"التحليل المورفومتري لأحواض التصريف بمحمية علبه: باستخدام الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية"

"Morphometric Analysis of Drainage Basins in the Elba Protectorate Area: A Remote Sensing and GIS approach".

إعداد

عبدالصمد عبدالجواد عبدالرحمن بدر

معيد بقسم الجغرافيا

كلية الآداب، جامعة المنيا

abduabd959@yahoo.com

إشراف

د. كمال سروجي درويش

مدرس بقسم الجغرافيا

كلية الآداب، جامعة المنيا

kamal.srogy@mu.edu.eg

د. يحيى الكدواني

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا

كلية الآداب، جامعة المنيا

yhya.hasyn@mu.edu.eg

الملخص

يقدم هذا البحث دراسة مورفومترية لأحواض شبكة المجاري المائية الواقعة بمحمية علبه، اعتمادًا على تحليل بيانات الأقمار الصناعية باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد Remote Sensing، ونظم المعلومات الجغرافية GIS، كأحد المصادر الرئيسة صول على البيانات المكانية في دراسة الموارد الطبيعية؛ نظراً لما توفره المرئيات الفضائية من بيانات تفصيلية غزيرة لمساحات واسعة، علاوة على كونها وسيلة مساعدة في تحديد حدود الأحواض المائية، وشبكة مجاري الأودية، وحساب المتغيرات المورفولوجية والمورفومترية لشبكة التصريف من رتب الأودية، وأعداد المجاري وأطوالها، إلى جانب حساب كثافة التصريف، من أجل تقدير معدل جريان المياه السطحية لشبكة الأودية، والتي تعد مطلبًا ضروريًا من متطلبات التنمية بالمنطقة، ولذلك جاء البحث من أجل الاهتمام والاستفادة من صافي الجريان السطحي، لما له من تأثير على جميع أشكال الحياة الموجودة بالمنطقة من نبات وحيوان وإنسان. فتناولت الدراسة الخصائص الجيولوجية، والخصائص التضاريسية، والخصائص المناخية للمنطقة، وتأثير كل ذلك على الخصائص الشكلية والمساحية والتضاريسية لأحواض التصريف،

والخصائص المورفومترية لمجاري الشبكة المائية الموجودة؛ ومن ثمّ تأثيرها على حجم التصريف المائي بكل حوض؛ حيث تبين من الدراسة وجود مجموعة كبيرة من الأودية المنحدرة من المرتفعات، والتي تقطعها إلى أجزاء متفرقة، فيصل عدد الأحواض الرئيسة الموجودة بها نحو 11حوضاً تتراوح رتب مجاريها تبعاً لطريقة (استريلر) بين الرتبة الأولى والرتبة الخامسة، وتعدُّ هذه الأودية من أهم خطوط الصرف التي تقطع سلاسل الجبال المرتفعة لتصب في البحر الأحمر، وقد تبين اختلاف هذه الأودية في خصائصها المورفومترية والهيدرولوجية؛ مما أثر على نظام شبكة التصريف والمنحنى المائي، والتي قد تؤدي إلى جريان سيلي وتأثير ذلك على التنوع الحيوي الموجود في المنطقة.

الكمات المفتاحية: مورفومتري–هيدرولوجي– الاستشعار من بعد–نظم المعلومات الجغرافية–التنوع الحيوي.

"Morphometric Analysis of Drainage Basins in the Elba Protectorate Area: A Remote Sensing and GIS approach".

Abstract: Abstract:

The objectives of this study are morphometric analysis of drainage basins in Elba area based on satellite remote sensing dataset and GIS techniques. Recently, the importance of geospatial technologies has been globally increased for accurately natural hazard assessment and land resources management. In this study, integration of multi-source geospatial data such as topographic maps, digital elevation models, satellite imagery were done to digitally extract and mapping streams and watersheds in order to perform a hydrological analysis of drainage basins, including stream orders, lengths, and numbers of streams, as well as calculate drainage density which help to estimate surface water flow rates and direction across the drainage network, which is a necessary for sustainable development goals. The evaluation of the influence of geological, topographical, and climatic characteristics on the morphology of the drainage basins were done. In addition, the effect of drainage basins water discharge volume on the ecological environments of plants, animals, and human activities were investigated.

The results of this study indicated that, there are a V-Shaped valleys originating from the mountains, which are crossed the significant streams of eleven main basins. These valleys are considered the only drainage system, which transport the heavy rainwater from the highly mountain zones into the lower elevation zones, coastal plain, and the red sea. There are clearly spatial variations of the morphometric and hydrological characteristics the drainage basins, which may effect on the streams meandering patterns, biodiversity, and drainage run off. On the other hand, the morphological analysis of drainage basins is very important to assess the impact of flash floods on urban settlements, roads, and coastal development .

Keywords: Remote Sensing, GIS, Biodiversity, Flash flood, Hydrological analysis.

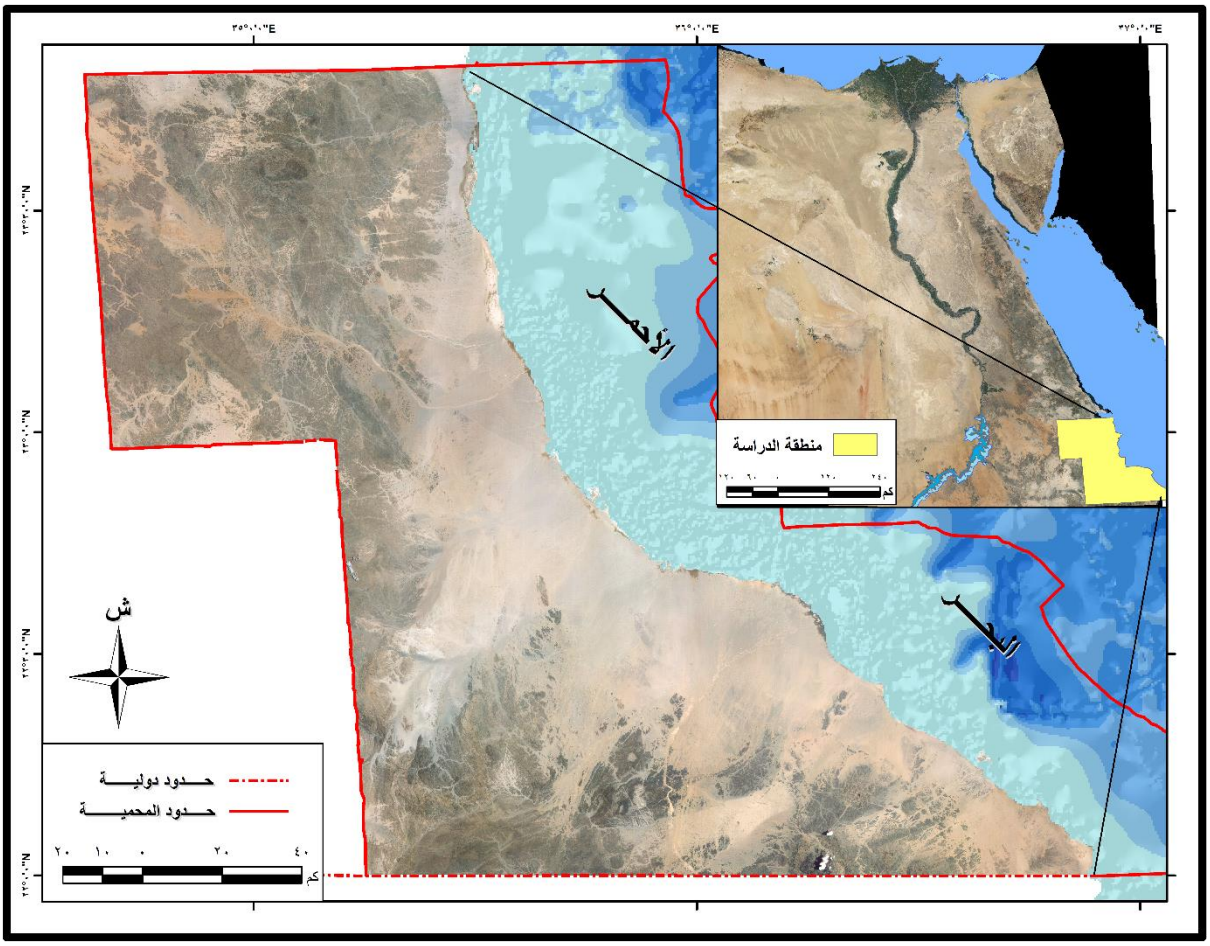
1- المقدمة:

تهدف الدراسات المورفومترية إلى التعرف على الخصائص الجيومرفولوجية للمجاري المائية بالأسلوب الكمي، وتوضيح العلاقات الارتباطية بينهما، تبعاً لخصائصها المساحية، والشكلية، والتضاريسية، إلى جانب خصائص شبكات تصريفها. (أبو العنين، 1996، ص431)، فهذه الخصائص تساعد على تحديد بعض الجوانب الأساسية الرئيسة مثل: قدرة التسرب الأرضي، ومقدار المياه السطحية والمياه الجوفية، حيث تشكل ندرة المياه أكبر التحديات التي تتعرض لها كثير من دول العالم خصوصاً تلك الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومن ثم تعد الدراسات المورفومترية لأحواض التصريف من الدراسات المهمة في مختلف التخصصات الجغرافية وخاصة الدراسات الهيدرولوجية وأهميتها في الدراسات المائية، من أجل التوصل لمقترحات وتوصيات يمكن الاستفادة منها في مجالات عدة، وخاصة تأثير ذلك على التنوع الحيوي بوجه عام، والغطاء النباتي وتوزيعه وكثافته على وجه الخصوص، بالإضافة إلى وضع أنسب الحلول لتنمية المناطق الجافة –الأكثر احتياجاً لهذه الدراسات– من خلال حماية المياه المهدرة والاستفادة منها أيّما استفادة.

2- منطقة الدراسة:

تقع محمية جبل علبه (منطقة الدراسة) ضمن إقليم محافظة البحر الأحمر في الركن الجنوبي الشرقي من الصحراء الشرقية، على بعد أكثر من 900كم جنوب القاهرة بالقرب من الحدود الجنوبية لمصر على ساحل البحر الأحمر مع خط عرض (22˚ شمالاً)، وتمتد حتى خط عرض (24˚شمالاً)، وبين خطي طول (25′ 34˚ - 54′ 36˚) شرقاً، حيث بلغت مساحتها الكلية نحو 35.6 ألف كم2 لتمثل 3.5% من مساحة مصر.

حيث يمكن التمييز بين ثلاث نطاقات رئيسة فمنطقة أبرق شمالاً، ومنطقة الدئيب في الوسط، ومنطقة جبل علبه في المنطقة الجنوبية، لتضم بيئات متعددة من بيئة جبلية وسهلية وأودية إلى جانب البيئة الساحلية، حيث نتج عن ذلك تنوع حيوي فريد من نوعه باحتوائها على غابات ونباتات برية نادرة وأنواع كثيرة من الزواحف، والطيور، والحيوانات البرية، والبحرية.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على مرئيات لاند سات 8.

3- مشكلة الدراسة:

تعدُّ منطقة علبه من أكثر المناطق استقبالاً للأمطار- بنحو 400ملم سنوياً- إذا ما قورن بأية مساحة أخرى بصحاري مصر؛ نتيجة للكثير من العوامل الطبيعية المميزة للمنطقة، ولكن تتساقط هذه الكمية بشكل غير منتظم ومتغيرة من عام لآخر، وإذا سقطت فإنها تتميز بأنها فجائية وغزيرة، وتسقط على هيئة رخات سريعة في فترة زمنية قصيرة؛ فيؤدي لحدوث جريان ضخم قد يصل لحد السيل، ومن ثم تهدر هذه المياه في البحر الأحمر دون الاستفادة منها، ولذلك كان من الضروري دراسة الخصائص الهيدرولوجية والمورفومترية لأحواض المجاري المائية وشبكتها بالمنطقة؛ من أجل وضع إستراتيجية للحفاظ علي هذه المياه قبل فقدانها، لا سيما بأن المنطقة منطقة بكر للاستثمار، بجانب كونها تتمتع بتنوع حيوي فريد من نوعه، ومن ثم يعزز ذلك فكرة الاحتياج لكل قطرة من المياه.

4- أهداف الدراسة: يمكن تلخيص أهداف الدراسة في النقاط التالية:

1-3 دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة حيث الخصائص الجيولوجية، والتضاريسية، والمناخية.

2-3 اشتقاق أحواض وشبكة تصريف بالمنطقة.

3-3 تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض شبكة التصريف بالمنطقة.

4-3 تحديد أماكن الجريان السيلي ومناطق الخطورة.

5-3 إنشاء قاعدة بيانات جغرافية تساعد في الدراسات البيئية من أجل تطوير وتنمية المنطقة.

5- الدراسات السابقة.

أجرى الكثير من الباحثين من جميع أنحاء العالم تحليلات مورفومترية للكثير من أحواض الصرف المختلفة، ومنها:

- دراسة (M Joy, S Upaul, K Fatema, F Amin., 2023): قامت هذه الدراسة بتطبيق نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد في التحليل المورفومتري لحوض النهر في الجزء الجنوبي الغربي من دلتا نهر الجانج، بنغلاديش.
- دراسة (Kamyar M.,2023): قامت بدراسة تقييم التحليل المورفومتري والضغطي لحوض الصدأ باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة كركوك للعلوم الزراعية، العراق.
- دراسة (SK Patil, TN Bhagwat., 2023): درست التحليل المورفومتري والاستدلالات الهيدرولوجية لإدارة الموارد المائية في حوض نهر ورانا في ولاية ماهاراشترا، الهند، باستخدام الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية.
- دراسة (حسن، علاء صلاح عثمان، 2022): درست التحليل المورفومتري لحوض وشبكة تصريف وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء، المنصورة.
- دراسة (إبراهيم، جنان رحمان، 2020): درست التحليل الهبسومترى والتكامل الهبسومترى لأعلى حوض نهر الزاب الكبير، العراق.
- دراسة (Shreedhara, V., Shankar, K., Haji, M.,2020): درست التحليل المورفومتري لأحواض صرف وونجي، أثيوبيا.
- دراسة (الحميري، محمد عباس جابر،2019): درست التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لحوض وادي فؤاد جنوب غرب بحيرة الرزازة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، العراق.

- دراسة (العمري، عبد المحسن صالح، 2019): درست تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة كريتر عدن باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية، اليمن.
- دراسة (الصبابحة، نوح محمد علي، زيتون، محمد عبد الكريم، 2018): درست تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة (دراسة حالة: حوض وادي العرب)، القاهرة.
- دراسة (Farhan, Y., 2017): درست القياس المورفولوجي التطبيقي وإدارة مستجمعات المياه باستخدام الاستشعار من بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، والاحصائيات متعددة المتغيرات (دراسة حالة: الوليات المتحدة).
- دراسة (موسى، رامي نبيل، أبو حماد، أحمد حماد،2016): درست التحليل المورفومتري لأحواض التصريف النهري باستخدام إحصاءات المتغيرات المتعددة، ونظم المعلومات الجغرافية "حوض عمان الزرقاء كحالة دراسية".
- دراسة (الخفاجي، سرحان نعيم،2015): درست الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد في بادية العراق الجنوبية – بادية نجف.
- دراسة (لمغاري، باسم عبد الرحمن خليل، 2015): درست الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحسي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (رسالة ماجستير غير منشورة)، غزة.

6- منهج وأسلوب الدراسة:

اعتمدت الدراسة على الأسلوب الكمي من خلال دراسة الأعداد الكمية، والشكلية لأحواض شبكة التصريف، والخصائص المورفومترية لشبكة الأودية، بالإضافة إلى المنهج التحليلي من خلال تحليل المرئيات الفضائية، والبيانات الرقمية، والبيانات المناخية، واشتقاق البيانات المورفومترية للأودية، إلى جانب تحليل المتغيرات المورفومترية للأحواض وشبكات تصريفها، واستخدمت الدراسة الأساليب الوصفية والكمية، بالإضافة إلى تطبيق المعادلات الرياضية الخاصة ببعض المتغيرات المورفومترية.

7- مصادر وبيانات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على الكثير من البيانات المكانية المتاحة لمنطقة الدراسة، ومن أهمها:

7-1 الخرائط الطبوغرافية.

اعتمد الباحث على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50,000، الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للمساحة بالتعاون مع الوكالة الفنلندية للتنمية الدولية، الطبعة الأولى عام 1989م، وعددها 46 خريطة.

7-2 الخرائط الجيولوجية.

اعتمد الباحث على الخرائط الجيولوجية من انتاج الهيئة المصرية للمساحة الجيولوجية، والثروة المعدنية بالتعاون مع شركة كونكو كورال عام 1987 مقياس 1:500,000، لوحة برنيس.

7-3 المرئيات الفضائية الرقمية للقمر الصناعي الأمريكي Landsat 8 (OLI/TIRS)، بدقة 30، مترا بتاريخ 2020-2021م.

7-4 بيانات الارتفاع الرقمية Digital Elevation Models (DEM)، SRTM، بدقة30 مترا.

8- طرق المعالجة:

اعتمدت الدراسة على نظم المعلومات الجغرافية GIS في التحليل المكاني، والتحليل الهيدرولوجي، والتحليل المورفومتري لشبكة التصريف، وعلاقتها بأشكال سطح الأرض Landforms، بالاعتماد على بيانات الأقمار الصناعية المستشعرة من بعد، وتكاملها مع البيانات الطبوغرافية للمستشعر (OLI/TIR)، البيانات المكانية المحلية لمجموعة من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية باستخدام الإرجاع الأرضي Georeferencing، وقد مرت الدراسة بعدة مراحل متتالية:

1- مرحلة جمع البيانات وتجهيزها Data Collection & Pre-Processing

وتشمل هذه المرحلة تنفيذ العمليات والإجراءات الآتية :

1-1 الإسناد الجغرافي للخرائط الطبوغرافية والجيولوجية.Georeferencing :

يقصد به الربط الجغرافي للبيانات المكانية المتباينة المصدر، وقد تم إرجاع جميع الخرائط المستخدمة على المسقط المتري العالمي Projection Global المستخدم في المرئيات الفضائية وهو Universal Transverse Mercator (UTM) ، كما تم توحيد نظم الجيود والإليبسويد على WGS1984، والنطاق المستخدم. Zone 36N

2-1 المعالجة الأولية للمرئيات الفضائية Imagery Pre-processing:

تهدف إلى تنفيذ المعالجة الأساسية على المرئيات الفضائية لجعلها أكثر وضوحاً وملائمة لعمليات التفسير البصري أو الرقمي Visual and Digital

Interpretation، وتتمثل في التصحيح الهندسي والراديومتري Radiometric & Geometric Corrections، وعملية دمج النطاقات layer Stack، وتحسين المرئيات الفضائية Enhancement.(Lillesand et al, 2015)

2- مرحلة إعداد قاعدة البيانات:Personal Geodatabase

تم الاستعانة بنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) المشتق من البيانات الرادارية من نوع SRTM بدقة أفقية 30م، عن طريق اقتطاع منطقة الدراسة، وتطبيق بعض التعميمات والتحليلات على البيانات الخلوية Raster Data، مثل Hydrology Analysis، بهدف استنباط خطوط الكنتور، وشبكة أحواض التصريف والمجاري المائية باستخدام برنامج Arc Map10.8، حيث تعد أحد المصادر الرقمية المهمة المستخدمة في أنظمة المعلومات الجغرافية لاستنتاج الخواص المتعلقة بطبوغرافية الوديان واستقراء المعلومات عن تضاريسها وعملية المحاكاة الهيدرولوجية، ومن ثم تم إنشاء قاعدة بيانات من نوع Personal Geodatabase، ومن أهم هذه الطبقات - :الطبقات الجيومرفولوجية والطبوغرافية: وهي (الأودية الجافة – أحواض التصريف – المجاري المائية – خطوط الكنتور- نقاط المناسيب)، والطبقات الجيولوجية: وتشمل (الفوالق والصدوع)، حيث تم استخدام برامج ERDAS Imagine v.2015، ArcGIS 10.8، برنامج Geomatica، وبرنامج Rockworks.

3- تطبيق المؤشرات الطيفية Indices Spectral :

تستخدم المؤشرات الطيفية كأحد أفضل الطرق المستخدمة في الاستشعار من بعد لتحسين رؤية الظاهرات والمساعدة في استخراج المعالم الأرضية، ويهدف إلى استخدم المعادلات الرياضية للحصول على أعلى فرصة وضوح للبيانات بالاعتماد على النطاقات الطيفية التي تعطي أعلى قيم انعكاس للظاهرة والنطاقات الطيفية التي تعطي قيم أقل انعكاس، وقد تم تطبيق مؤشر الاخضرار النباتي NDVI، ومؤشر المياه NDWI، لتحديد ومعرفة تأثير كثافة التصريف على الغطاء النباتي وأماكن تواجده، عن طريق المعادلات الآتية: (Rasul et al., 2018; Zha et al., 2003)

(1) Normalized Difference Water Index (**NDWI**) = $\rho Green - \rho NIR$ / $\rho Green + \rho NIR$ Modified

(2) Normalized Difference Vegetation Index (**NDVI**) = $\rho NIR - \rho RED$ / $\rho NIR + \rho RED$

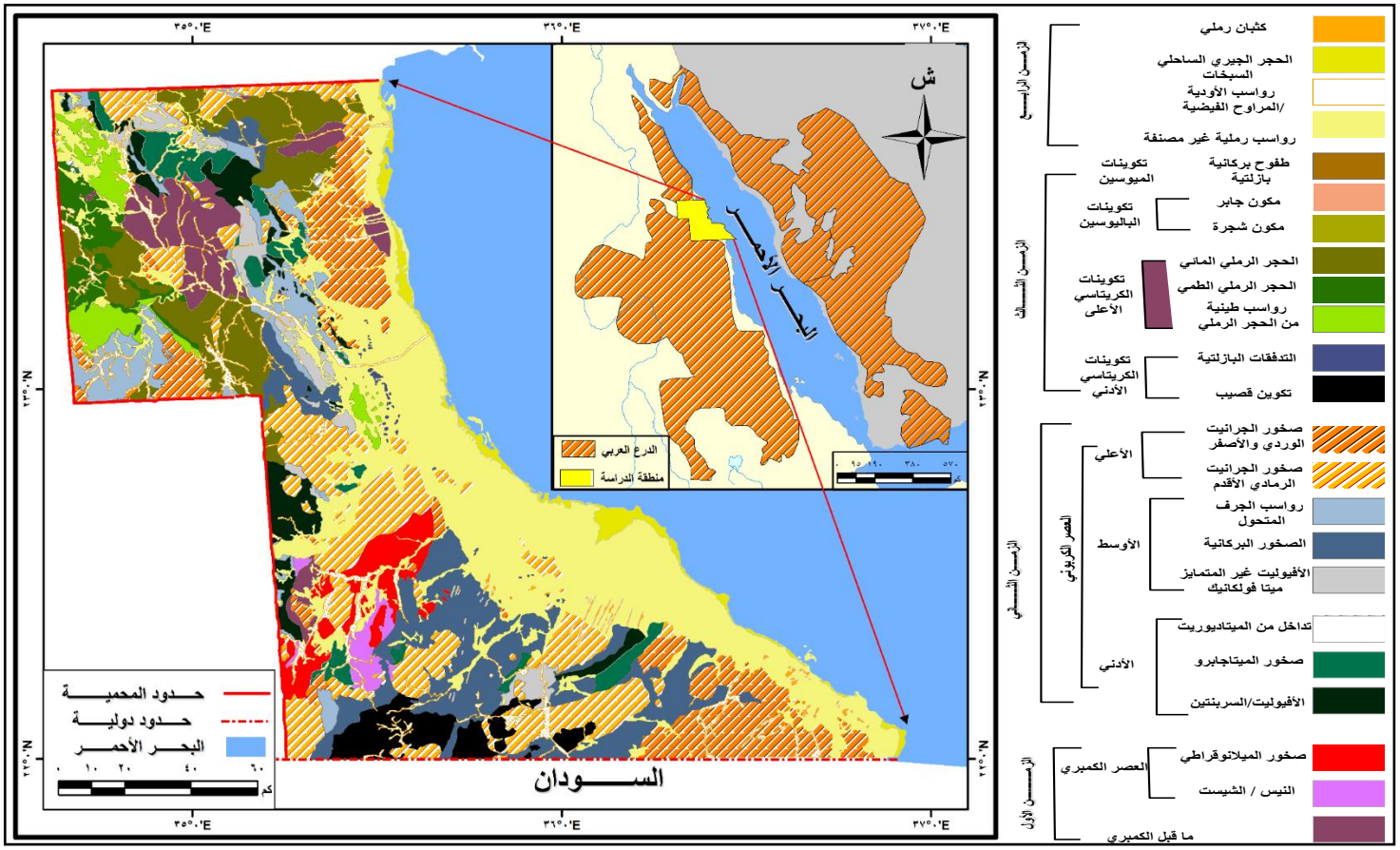
❖ **أولاً: الخصائص الطبيعية للمنطقة.**

1- الخصائص الجيولوجية للمنطقة.

تقع منطقة الدراسة في الركن الجنوبي الشرقي من الصحراء الشرقية على ساحل البحر الأحمر، وذلك ما بين خطي عرض (22˚ - 24˚) شمالاً، وخطي طول (25′ 34˚ - 54′ 36˚) شرقاً، وهي بالتالي جزء من الدرع العربي النوبي الذي يضم سلاسل جبال البحر الأحمر في كل من (مصر – السعودية – اليمن – السودان – وأثيوبيا) والذي يرجح تكوينه منذ نحو 600 – 900 مليون سنة في حقب ما قبل الكمبري من التحام مجموعة من أقواص الجزر تجمعت لتشكل الدرع العربي النوبي. شكل (2).

تتميز المنطقة بالتنوع الشديد في محتواها الصخري وتراكيبها الجيولوجية وثرواتها المعدنية، ويمكن تقسيمها جيولوجيًا إلى قسمين رئيسين: السهل الساحلي، ومنطقة المرتفعات، وذلك على حسب ما جاء في وصف(Ball (1912 ،Fahmy (1936) ، Said (1990)، و(Ayad et al (1993، بأنها منطقة جبلية وعره تتكون من التضاريس العالية يصل أقصى ارتفاع لها نحو(2117م) فوق صخور القاعدة، بالإضافة إلى نتوءات صغيرة من صخور الميوسين الأسفل، وعلى طول السهل الساحلي توجد رواسب صغيرة معظمها من الجرانيت والميتاجابرو.(AL-Gohary, I.H.,2008, p151)

وبتحليل الخريطة الجيولوجية (لوحة برنيس) مقياس 1: 50000 الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية لعام 1987م شكل (2)، والدراسات السابقة التي تناولت الجانب الجيولوجي للمنطقة مثل: Said (1990)، سميرة حسن (2003)،AL-Gharry (2008) Zakaria. H., et all (2020)، حيث أمكن الوقوف علي التتابع الطبقي والخصائص الليثولوجية للمنطقة وهي مرتبة من الأقدم للأحدث، فتتكون منطقة المرتفعات في معظمها من صخور القاعدة (الأركي) وبعض البركانيات الأحدث، وتضم صخور القاعدة صخور النيس القديمة وتتابعات الأفيوليت، بالإضافة إلى البركانيات والرسوبيات القديمة المتحولة، ويقطع هذا التتابع الصخري مجموعة من الجرانيت المتشقق والجرانوديوريت ثم الجرانيت الأحدث عمراً (الأركي والكمبري)، هذا بالإضافة إلى مجموعة الطفوح البركانية الحديثة التي تتراوح أعمارها ما بين الميوسين البليستوسين. (حسن، سميرة– 2003م–ص1).



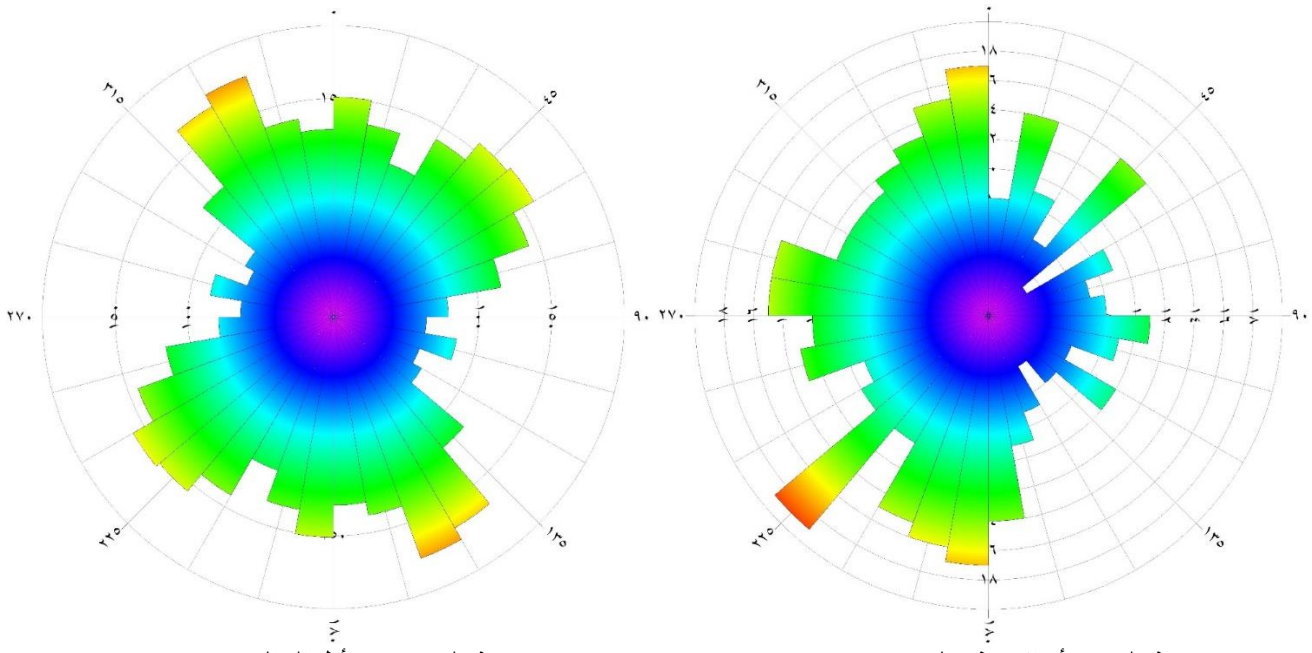
شكل (2) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

المصدر: خريطة مصر الجيولوجية لهيئة العامة للبترول وشركة كونكو كورال عام 1987 مقياس 1:500000، لوحة برنيس، باستخدام برنامج Arc map10.8

ومما يجب توضيحه أن الصخور الرسوبية تسود في المنطقة، فتظهر في تتابع طبقي يتراوح عمره من تكوينات العصر الكمبري حتى الميوسين مع وجود مساحات محدودة من صخور القاعدة النارية التي تمثل أقدم الصخور المنكشفة بالمنطقة، بالإضافة إلى إرسابات الزمن الرابع التي تشمل رواسب المراوح الفيضية ورواسب الأودية والكثبان الرملية، وأثناء تكوينها تعرضت المنطقة إلى الكثير من الحركات الأرضية الكبرى، والتي نزلت آثارها على هيئة تراكيب في شكل طيات، وصدوع ،وفواصل والتي تأخذ اتجاه موازي للبحر الأحمر (شمال غرب – جنوب شرق) أو الاتجاه المتعامد عليه (شمال شرق – جنوب غرب) حيث انعكس ذلك على شكل الأودية وامتدادها والاتجاه العام لتضاريس المنطقة (الألفي، زينهم – 1998م–ص112).

وفيما يخص البنية الجيولوجية والتي تؤدي دورًا مهمًا في تشكيل السطح وفهم وتحديد الكثير من الظاهرات الجيومرفولوجية لأي منطقة، فتبين من خلال الدراسة تأثيرها الواضح على الكثير من الظاهرات

المرتبطة بالتصدع مثل: الحافات الصدعية والأودية التصدعية، والتي تحدد مسارات معظم الأودية مثل: أودية دئيب ورحبة وشلال وغيرها من الأودية في المنطقة، كما تعمل هذه الصدوع على تقسيم المنطقة إلى مجموعة من الكتل التراكبية المحدودة.



شكل (3- أ) انحراف الصدوع

شكل (3- ب) أطوال الصدوع

المصدر:

خريطة مصر الجيولوجية، الهيئة العامة للبترول وشركة كونكو كورال عام 1987 مقياس 1:500000، لوحة برنيس.

باستخدام برنامج Geomatica وبرنامج Rockworks

وتبين من خلال الدراسة وجود نحو 300 صدعًا رئيسًا منتشرا في كل أرجاء المنطقة شكل (3 –أ، ب) والذي يوضح أطوال الصدوع واتجاهاتها، وتضرب في اتجاهات مختلفة وتقطع أجزائها وخاصة في نطاق الصخور النارية –الجنوب الشرقي– كما يستمر امتدادهم خارج المنطقة، إذ تأخذ معظم الصدوع محوراً (شمالي شرقي – جنوبي غربي)، حيث تتوافق مع الاتجاه العام لامتداد أخدود البحر الأحمر، هذا ويواجه المنطقة الجنوبية الشرقية بصورة عامة صدعان كبيران يمتدان عبر البحر الأحمر؛ الأول ما بين خط عرض (21ْ–22ْ شمالاً)، والآخر ما بين خطي عرض (22ْ–25ْ شمالاً)، في اتجاه (شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب)، هذان الصدعان يحركان الكتلة الواقعة بينهما في اتجاه منطقة حلايب، كما تتأثر أيضاً المنطقة بمجموعة من الصدوع القصية الموازية لهذين الصدعين، كما يؤثر صدع خط منتصف البحر الأحمر إلى جانب حركة البحر في حدوث مجموعة من الصدوع المتراكمة موازية للبحر الأحمر. (التخطيط الهيكلي لمدينة حلايب–1990).

(2) الخصائص التضاريسية للمنطقة.

(2- 1) الارتفاع:

يأخذ سطح منطقة علبه بالارتفاع المفاجئ، فتقترب خطوط الكنتور كلما اتجهنا جهة الغرب والجنوب، فيتراوح ارتفاع المنطقة بين صفر عند خط الساحل في الشرق، حتى أكثر من 1800 متراً في المنطقة الجبلية في الجنوب شكل (4– أ)، ومن أهم ما يميز المنطقة هو انحراف الشاطئ بشكل واضح باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي من خط طول 37 شرقاً؛ حيث يؤدي هذا الانحراف إلى اتساع الصحراء الشرقية في أقصى جنوب لها حتى تبلغ المسافة بين البحر الأحمر ونهر النيل عند مدينة حلايب نحو 600 كيلومترا، بينما لا تزيد عن 130 كيلومترا بين السويس والقاهرة وعن 300 كيلومترا بين رأس بناس وأسوان.

ومما جاء في جدول (1) يمكن تقسيم المنطقة إلى عدد من النطاقات حسب الارتفاع، لتمثل الأراضي الأقل من منسوب 150 مترا نحو نصف المنطقة وتنتشر قرابة الساحل ويتسع ويضيق حسب قرب وبعد الكتل الجبلية، يليها المناطق شديدة التضاريس – الصفة السائدة للمنطقة – لتشغل الأراضي ذات منسوب 300 – 500 مترا نحو ربع مساحة المنطقة جدول (1)، ثم يأتي نطاق الكتل الجبلية لتشغل مساحة صغيرة لا تتعدي 5% من جملة المساحة الكلية، وهي تُمثّل في كتلة صخور القاعدة النارية والمتحولة لجنوب الصحراء الشرقية وهي جزء من جبال البحر الأحمر قطعتها الصدوع إلى الكثير من الكتل المنفردة، وتمثل قمم هذه الجبال خط تقسيم المياه بين الوديان المنحدرة ناحية البحر في الشرق وتلك المنحدرة ناحية نهر النيل في الغرب، وأهم هذه الكتل الجبلية "مجموعة جبل علبه" يصل ارتفاعها لأكثر من 1900 مترا فوق منسوب سطح البحر، والتي تتكون من جبل شنديب (1674متراً)، وشندوداي (1536متراً)، وجبل علبه (1437متراً)، وحنقوف (1431متراً)، وشلال (1409متراً).

وأهم ما يميز هذا النطاق الجبلي أنه كثيراً ما يُكوّن مناطق تطرف مناخي حيث تسهم خطوط الكنتور على ظهور نطاقات حرارية رأسية Thermal Vertical Distribution متدرجة ومتتالية، وبالتالي يصاحبها تدرج في الأقاليم الحيوية Bio Choresعلى سفوح الجبال؛ حيث تقل في درجة الحرارة كلما ارتفعنا إلى أعلى، وإتاحة الفرصة ليزيد من نسبة التساقط؛ مما يعطي للبيئة الجبلية ظروفًا رطبةً مغايرةً إلى حد ما عن المناطق المجاورة، وما يصاحب هذا من اختلاف الصورة النباتية، ومن ثم تنوع في الصورة الحيوانية. ويتضح ذلك في كتلة جبل علبه حيث تعد هذه الكتلة إقليمًا نباتيًا مميزا؛ تنمو على سفوحه أشجار السنط حتى منسوب 350 متر، ثم تحل محلها نباتات أخرى مثل الحوحيط وغيرها والتي سوف نتناولها فيما بعد. هذا ويرتبط بالمرتفعات

حيوانات معينة لها القدرة على التسلق والانتقال والحركة بسهولة ويسر مثل: الياك، وثور التبت، والماعز، وبعض القوارض الصغيرة.

أما فيما يخص بالجزر فهي أكثر انتشاراً قبالة الساحل بالمنطقة، وأهم هذه الجزر من الشمال إلى الجنوب جزيرة سيال، وجزيرة حلايب، وكولالة بالإضافة إلى بعض الجزر الأصغر مثل: مرير وسيال وغير ذلك من الجزر المنتشرة قبالة الساحل.

جدول (1) درجة انحدار وارتفاع سطح المنطقة

فئات الارتفاع			الفئات الرئيسية لدرجات انحدار السطح			
فئات الارتفاع	المساحة (كم2)	النسبة %	فئات الانحدار بالدرجة	طبيعة الانحدار تبعا لتصنيفYoung	المساحة (كم2)	النسبة %
أقل من < 20	5579.15	27.12	من - أقل من 1 °	أراضٍ مستوية وشبه مستوية.	4158.61	20.28
20 < 150	6029.53	29.31	من 1 ° - أقل من 2 °	أراضٍ خفيفة الانحدار جدا.	1353.38	6.59
150 < 300	2510.75	12.20	من 2 ° - أقل من 5 °	أراضٍ هينة الانحدار.	2089.29	10.19
300< 500	5224.25	25.52	من 5 ° - أقل من 10 °	أراضٍ متوسطة الانحدار.	965.27	4.71
500<800	420.30	1.99	من 10 ° - أقل من 18 °	أراضٍ فوق متوسطة الانحدار	629.27	3.07
800<1800	804.23	3.46	من 18 ° - أقل من 30 °	أراضٍ شديدة الانحدار.	11134.42	54.29
1800 <فأكثر	110.2 1	0.53	من 30 ° - أقل من 45 °	أراضٍ شديدة الانحدار جداً	176.05	0.86
			45 °-فأكثر	الحافات الرأسية والجروف	61.7	0.30
الجملة	20568.42	99.99	الجملة		20506.29	100.00

المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي SRTM بدقة 30 متر.

(2- 2) الانحدار:

تعد دراسة انحدار سطح الأرض في أي منطقة من الدراسات المهمة والمفيدة في تحليل أشكال سطح الأرض، والتعرف على أصل نشأتها ومراحل تطورها، بالإضافة الى ذلك يعد الانحدار عاملاً طبوغرافياً مهمًا ومؤثراً في نمو النباتات وتنوعها؛ حيث تأخذ السفوح في كونها شديدة الانحدار أو سفوح قليلة الانحدار؛ فالسفوح الشديدة تكون أكثر جفافاً من السفوح الأقل انحدارا، حيث تساعد الأولى على سرعة وانسياب وجريان المياه من فوق السطح، وبالتالي لا تسمح بالوقت الكافي لمياه التساقط لكي تتوغل أو تتسرب بكثرة داخل مسام التربة، وفي نفس الوقت يؤدي

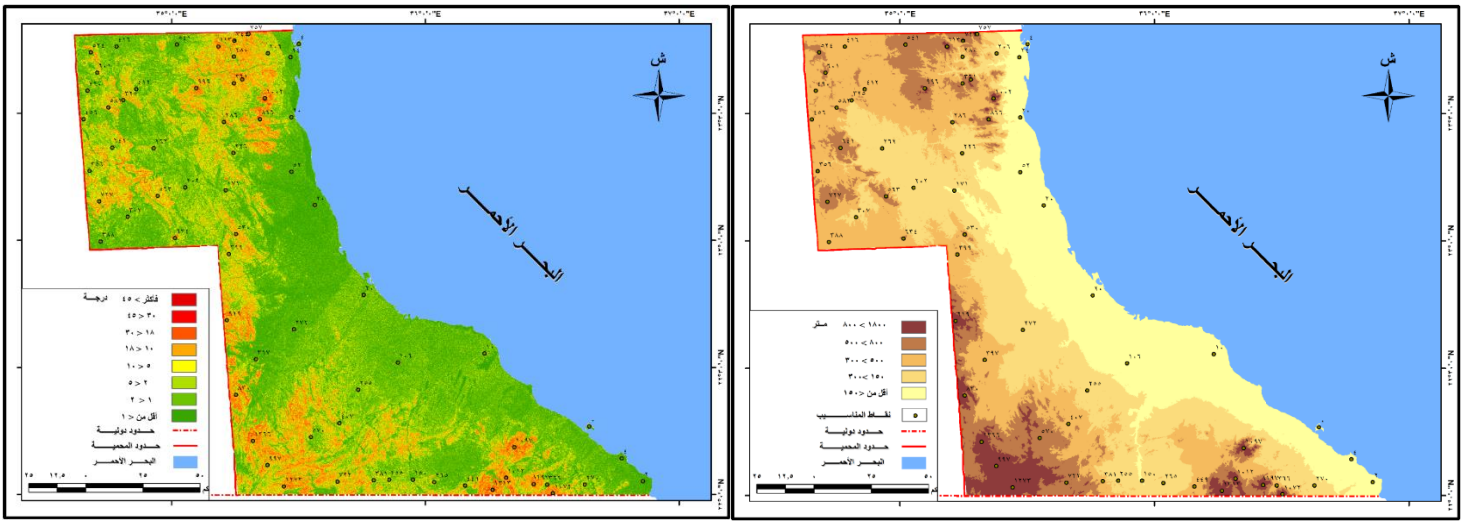
شدة الانحدار إلى تكوين تربه رقيقة، والتي تقل قدرتها على الاحتفاظ بأكبر كمية ممكنة من المياه؛ ويرجع ذلك لعدم وجود الفرصة الكافية لتراكم المفتتات والإرسابات، ومن ثم يسود في مثل هذه السفوح شديدة الانحدار إلى نمو الحشائش بالرغم من كمية التساقط الفعلية والتي تسمح بنمو الشجيرات في الظروف العادية. وفي المقابل نجد السفوح قليلة الانحدار التي تساعد على تكوين تربه سميكة نسبيًا، حيث تسمح لمياه الأمطار أن تتوغل داخل التربة بكميات أكبر والتي تسهم على غنى النمو النباتي وتنوعه واختلافه عن السفوح الأكثر انحدارًا.

ينحدر سطح المنطقة بصفة عامة من الغرب إلى الشرق؛ وذلك نتيجة عمليات الرفع والتصدع التي أصابتها خلال العصور الجيولوجية السابقة، والتي أدت إلى ارتفاع جبال البحر الأحمر من الجزء الغربي وانخفاض أخدود البحر الأحمر في الشرق ومن خلال الشكل (4– ب) حيث تم تقسيم سطح المنطقة تبعا لتقسيم Young لدرجات الانحدار إلى سبع فئات (Young, A., 1972, PP. 173-175) عن (إبراهيم، محمد2007–ص32) وهي كما في جدول (1)، حيث جاء نصيب فئة الأراضي شديدة الانحدار بأكثر من نصف إجمالي مساحة المنطقة وهي الصفة السائدة لطبوغرافية المنطقة.

(2–3) اتجاه الانحدار:

يعدّ الاتجاه العام للمنحدرات أحد أهم العناصر التضاريسية تأثيرًا في إحداث تنوع مناخي للمنطقة؛ حيث يعمل توجيه الجبال Orientation بالنسبة للرياح الحاملة للرطوبة دوراً مهماً في إحداث تنوع مناخي على جانبي الجبل يترتب عليه تنوع بيئي؛ مما يؤدي إلى خلق نطاقين حيويين متناقضين تقريباً على الجبل الواحد، فالسفوح المواجهة للرياح wind ward تكون أكثر عرضة للتساقط من السفوح التي تقع في ظل الرياح lee ward والتي تسودها عادة ظروف مناخية جافة أو شبه جافة.

وتحدث الظاهرة سابقة الذكر بوضوح على سفوح الجبال والمرتفعات الجنوبية والغربية، فيلاحظ السفوح الشمالية الشرقية والشرقية المواجهة للرياح الرطبة القادمة من البحر الأحمر والمحملة ببخار الماء تكون أكثر غني بالنمو النباتي، بينما السفوح الغربية والتي تستدبر الرياح حيث تسودها نباتات وشجيرات صحراوية كما في جبل شنديب وشلال وعلبه في الجزء الجنوبي الشرقي. وبصفة عامة ينحدر سطح المنطقة صوب الشرق والشمال الشرقي ليمثلو معاً نحو نصف المساحة الكلية؛ حيث تمثل فئة الأراضي المنحدرة جهة الشمال الشرقي أكبر هذه الفئات بنسبة 31.8% من جملة المساحة الكلية، والأراضي المنحدرة جهة الشرق بنحو خمس المساحة 21% من جملة المساحة الكلية.



شكل (4) أ- خريطة الارتفاعات بالمنطقة. **ب- خريطة الانحدار العام للمنطقة.**

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM بدقة 30 مترا.

(3) الخصائص المناخية.

تقع منطقة محمية جبل علبة ضمن الإقليم الصحراوي المداري حسب تصنيف كوبن، ويتميز هذا الإقليم بارتفاع درجة الحرارة وخاصة خلال فصل الصيف، ويستمر هذا لفترات طويلة متصلة وبمعدلات مرتفعة، وبالرغم من ذلك تساهم بعض الظروف المحلية في اعتدال درجة الحرارة عن المناطق المجاورة ومنها: موقع المنطقة بالقرب من البحر الأحمر، وتعرج خط الساحل، وهبوب الرياح الشمالية الشرقية، بجانب الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة، إلى جانب ذلك تستقبل المنطقة قدرا كبيرا من الأمطار يصل نحو 400 ملم في العام التي تتساقط خلال فترات قصيرة وبشكل فجائي مما يتسبب في حدوث سيول، هذه الظروف والعوامل المناخية المتداخلة والمكملة لبعضها البعض، والتي تعكس الصورة النباتية والتنوع الحيوي الفريد الموجود في المنطقة، وفيما يأتي سوف يتم تناول نظره عامة عن الخصائص المناخية للمنطقة:

(3-1) الحرارة: -

يرجع اختلاف درجة الحرارة في منطقة الدراسة تبعاً لاختلاف دوائر العرض بجانب الارتفاع عن سطح البحر، وموقع المنطقة بالقرب أو البعد من البحر الأحمر، ومن خلال الجدول (2) والذي يوضح المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة ودرجة الحرارة العظمى والصغرى بالمنطقة اعتماداً على ثلاث محطات (رأس بناس، وشلاتين، وأسوان) خلال عام 2020-2021م. يتضح

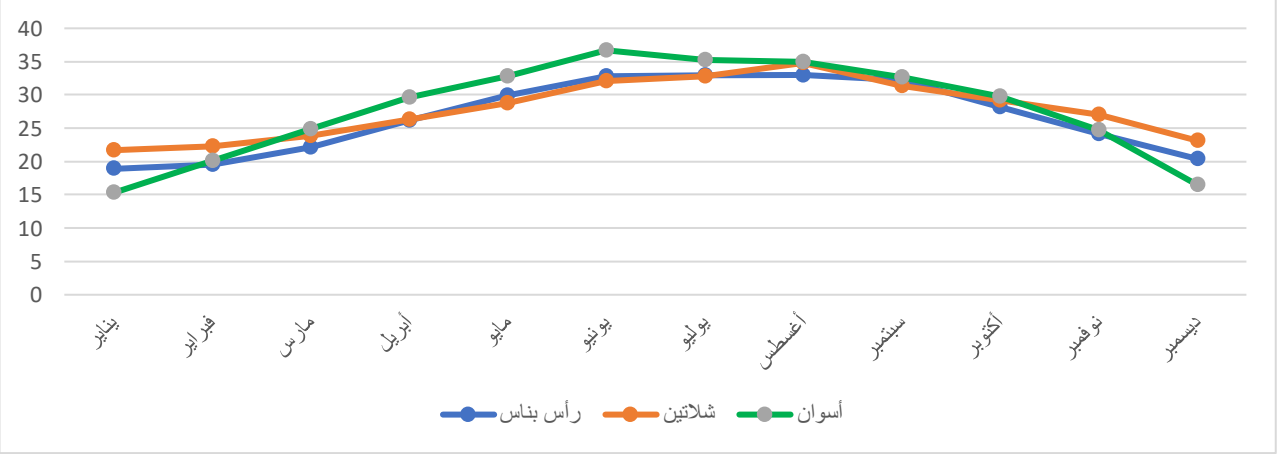
أن درجة الحرارة ترتفع وتزيد كلما ابتعدنا عن البحر الحمر، كما يزيد المتوسط الشهري لدرجة الحرارة للمنطقة خلال شهور الصيف وخاصة شهر أغسطس بمتوسط يصل 29° مئوية، إلى جانب يعدّ شهر يناير أقل شهور العام تسجيلاً لدرجة الحرارة بنحو 18° مئوية.

جدول (2) المعدلات الشهرية للدرجات الحرارة للمنطقة لعام 2020–2021م.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
رأس بناس	18.9	19.6	22.2	26.1	29.9	32.8	32.9	33	32.2	28.1	24.1	20.4
شلاتين	21.7	22.3	23.9	26.3	28.7	32.1	32.8	34.8	31.3	29.2	27.1	23.1
أسوان	15.3	20.1	24.9	28.6	32.8	36.7	35.2	34.9	32.6	29.8	24.7	16.5

المصدر : – الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة.

-Monthly weather Reports several years, up to2020-2021 www.globalweather.tamu.edu



(3–2) الضغط الجوي:

نظراً لكبر مساحة المنطقة يتباين الضغط الجوي خلال فصول السنة بمنطقة الدراسة من ضغط جوي مرتفع، أو ضغط جوي منخفض تبعاً لحركة الشمس الظاهرية كما في جدول(3)، ويمكن إرجاع ذلك إلى مجموعة من العوامل، حيث تتأثر المنطقة بالكتل الهوائية المدارية الدافئة، ثم تتعرض المنطقة بالمنخفضات الخماسينية القادمة من صحراء السودان، لتصحب معها الهواء الجاف وشديد الحرارة لينتج عنها ارتفاع في درجة الحرارة، ومع دخول شهور فصل الخريف يحدث هبوط في درجات الحرارة، فتتعرض المنطقة لتأثير الرياح الشرقية والشمالية الشرقية الباردة، وتستمر درجات الحرارة في الانخفاض حتى أوائل فصل الشتاء.

جدول (3) المعدلات الشهرية للضغط الجوي وسرعة هبوب الرياح والرطوبة وكمية التساقط النسبية للمنطقة لعام 2020–2021م.												
الشهور	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الضغط الجوي	1014	1012	1010	1006	1006	1003	1002	1006	1009	1010	1014	1015
سرعة الرياح	12.8	11.3	14.3	14.2	14.6	13.7	12.7	11.9	12.8	10.6	14.8	15.4
الرطوبة النسبية	67.5	61.3	61.3	50.4	43.9	41.6	49.2	41.7	56.1	61.7	68.9	60.7
كمية الأمطار	0.4	0.5	1.8	0.3	1	0	0	1	16	16	15	3
المصدر: – الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة. -Monthly weather Reports several years, up to2020-2021 www.globalweather.tamu.edu												

(3–3) الرياح: –

ترتفع وتزيد سرعة هبوب الرياح بالمنطقة في فصل الصيف؛ نتيجة لوجود منخفض جوي في فصل الصيف يتحرك من الغرب إلى الشرق ويكون أكثر سرعة في مصر السفلى من ساحل البحر الأحمر (محسوب–1990)، إلى جانب ذلك تتأثر المناطق الساحلية بالرياح الشمالية والشمالية الغربية في أثناء الفصل البارد من شهر نوفمبر حتى شهر مايو كما هو موضح في الجدول (3)، حيث تشتد الرياح وتزداد سرعتها بصفة خاصة على طول امتداد الأودية والسهول التي تواجه الرياح السائدة، كما تظهر عواصف الخماسين ذات الاتجاه الجنوبي والجنوب الغربي في أثناء شهور فصل الربيع، وما قد يصاحبها من إثارة الرمال والأتربة وإحداث حالة من عدم الاستقرار الجوي قد يصاحبها في بعض الأحيان حدوث رعد وأمطار وسيول محلية، ولذلك تعد الرياح ضابطا ثانويًّا ومحلي الأثر في نمو الأحياء وتوزيعها وكثافتها، ويتمثل أثر الرياح في كونها عامل تدميري أو عامل نباتي. (عبد المقصود زين العابدين– ص91)

(3–4) الرطوبة النسبية والتبخر: –

تتباين معدلات الرطوبة بالمنطقة خلال العام تباينًا واضحًا كما في جدول (3)، يعود ذلك التباين لخصائص المنطقة المحلية المميزة –السابق ذكرها– فتسجل أعلى معدلات لها في شهور الخريف وبداية فصل الشتاء وخاصة في المناطق الساحلية.

وتساعد الرطوبة النسبية على نمو بعض النباتات والتي تستمد جزءًا كبيرًا من احتياجاتها من الماء الموجود في جزيئات الهواء؛ فإذا أُخذ الضباب كمصدر للرطوبة فهو عامل مهم جداً في النمو النباتي وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وهذا ما يفسر تواجد نمو نباتي في مناطق

الصحاري الساحلية **Coastal desert** رغم ندرة سقوط الأمطار في هذه المناطق، وتظهر هذه الظاهرة في المنطقة وخاصة في سفوح الجبال الدنيا التي تستقبل الرياح القادم من البحر الأحمر والمحملة بكميات كبيرة من الضباب، فكثيراً ما يطلق على هذه المناطق بصحاري الضباب **fog deserts**، وأهم ما يميز هذه النباتات أنها سريعة النمو وسريعة الزوال.

(3-5) الأمطار: -

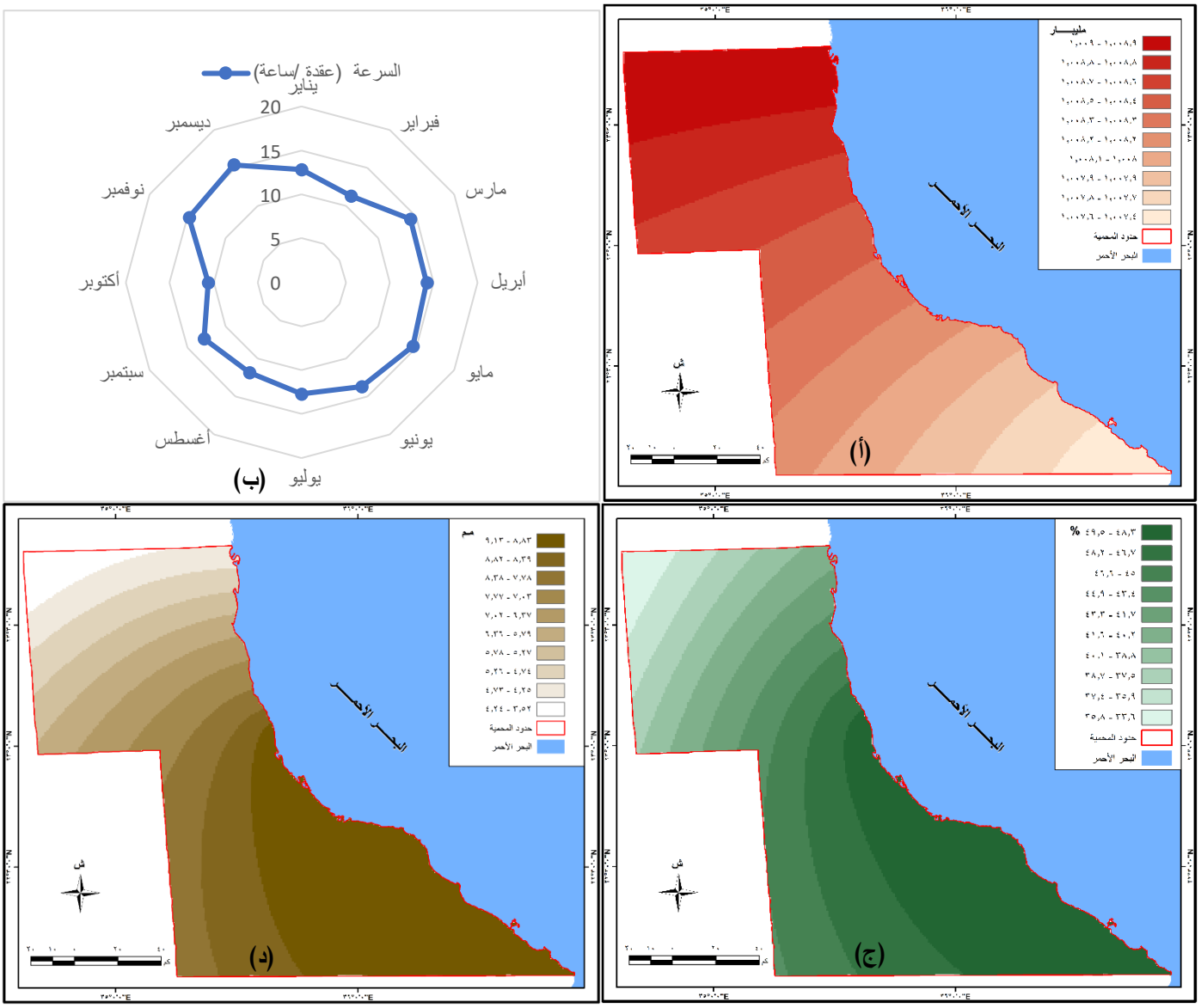
تؤدي الأمطار دوراً مهماً في تشكيل سطح المنطقة وشبكات تصريف الأودية وما يرتبط بها من أشكال جيومرفولوجية مثل: المراوح الفيضية وغيرها، إلى جانب أهمية هذه المياه لتغذية التربة والخزانات الجوفية وبالنسبة للأحياء الموجودة في هذا النطاق الجاف لتساعد على خلق بيئة حيوية متنوعة.

كما أنَّ سقوط الأمطار في منطقة الدراسة نادراً في المجمل، ولكن هناك فترات تستقبل فيها المنطقة كميات كبيرة من الأمطار، ولكن غير منتظمة ومتغيرة من عام إلى عام؛ أي قد تمر عدة سنوات دون سقوط أمطار وإذا سقطت فإنها تتميز بأنها فجائية وغزيرة وتسقط على هيئة رخات سريعة وقصيرة، وتختلف من مكان إلى آخر، ويعرف هذا النمط من الأمطار بأمطار العواصف الرعدية، أو الأمطار التصاعدية، كما تتأثر المنطقة بالمنخفض السوداني الموسمي الذي يزيد تأثيره في فصل الربيع والخريف فتكثر فيه العواصف الرعدية مما يؤدي إلى سقوط الأمطار.

ويرجع تركز الأمطار في هذه المنطقة خلال هذه الفترة بأنها فترة انتقالية يتحرك فيها المنخفض المداري السوداني أحيانا شمالاً إلى نحو الأراضي المصرية، ومع تقدم كتل الهواء الباردة من الشمال إلى الجنوب يؤدي تقابل هاتين الكتلتين إلى حدوث عدم استقرار في الجو، فيصعد الهواء المداري الرطب فوق الهواء البارد فيتكثف ما به من بخار الماء، وتسقط الأمطار وغالباً ما يصاحبها البرق ولا تستمر لفترات طويلة، وإنما تتركز في ساعات قليلة يصاحب ذلك حدوث السيول.(Abbas, A.M. et all,2021)

حيث تم تسجيل بمحطة شلاتين خلال شهر ديسمبر كمية الأمطار الساقطة بنحو (35.1 مم)، وكما ذُكر أنها تسقط في وقت قصير وبهذه الكمية؛ مما يؤدي إلى حدوث جريان سطحي للمياه يصاحبه جريان سيلي، وكما سبق الإشارة أن هذه الأمطار تتفاوت من عام لآخر، ففي بعض السنوات النادرة تسقط الأمطار بوفرة بحيث تملأ الآبار وتزدهر النباتات، حيث ذكرت (آمال شاور – 1995)، أن كمية الأمطار التي سقطت في منطقة حلايب في نوفمبر عام 1994م بلغت حوالي 500 مم، فهي بذلك تعادل عشرة أضعاف المتوسط السنوي الحالي الذي يسقط في هذا التوقيت (حسن أحمد. سميرة،2003، ص31)، ويتركز سقوط الامطار في

المنطقة الجنوبية الشرقية من المحمية وخاصة منطقة المرتفعات المواجهة للرياح الشمالية الشرقية والتي تهب في أواخر شهور الخريف وأوائل شهور الشتاء.



شكل (5) الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة.

(أ): المعدلات الشهرية للضغط الجوي. (ب): المعدلات الشهرية لسرعة الرياح.

(ج): المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية. (د): المعدلات الشهرية للأمطار.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الأرصاد الجوية لثلاث محطات: (رأس بناس، شلاتين، أسوان)

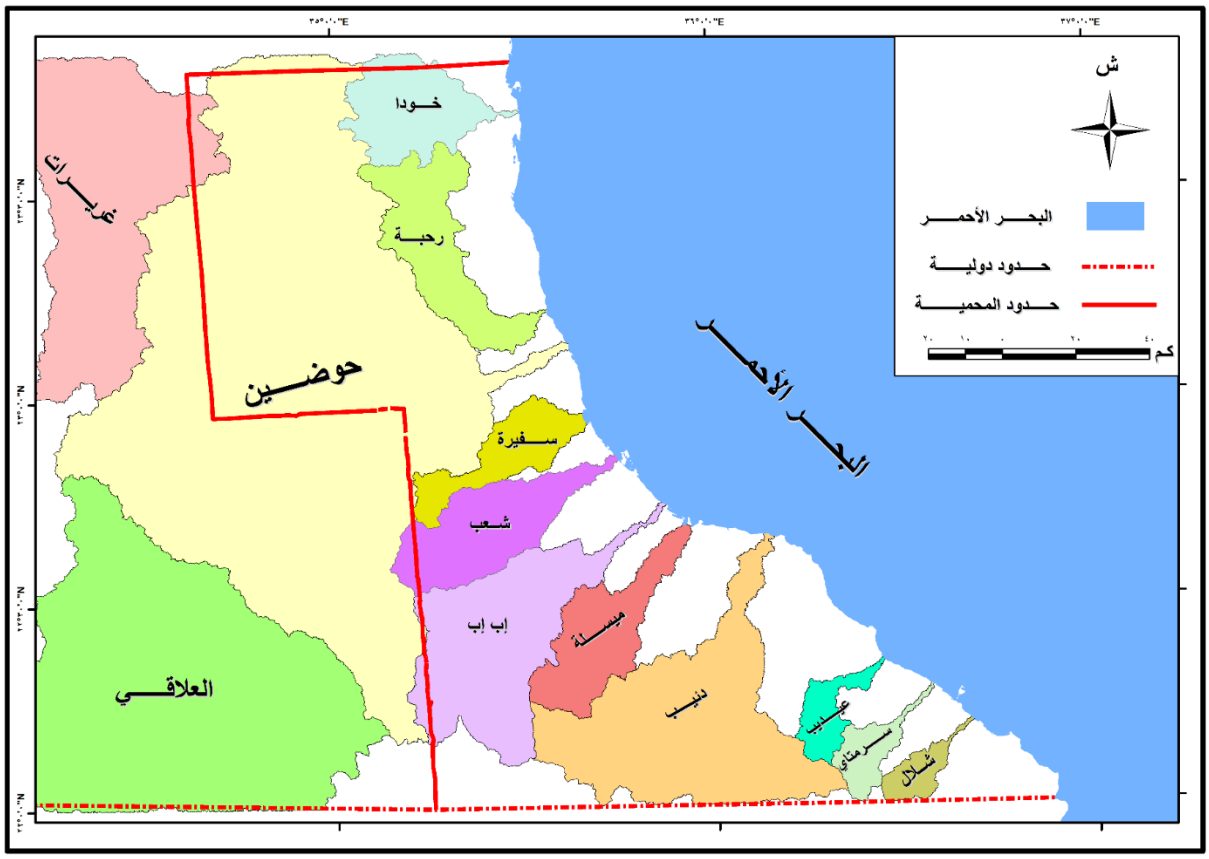
❖ **ثانياً: التحليل المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض وشبكة التصريف النهري بالمنطقة.**

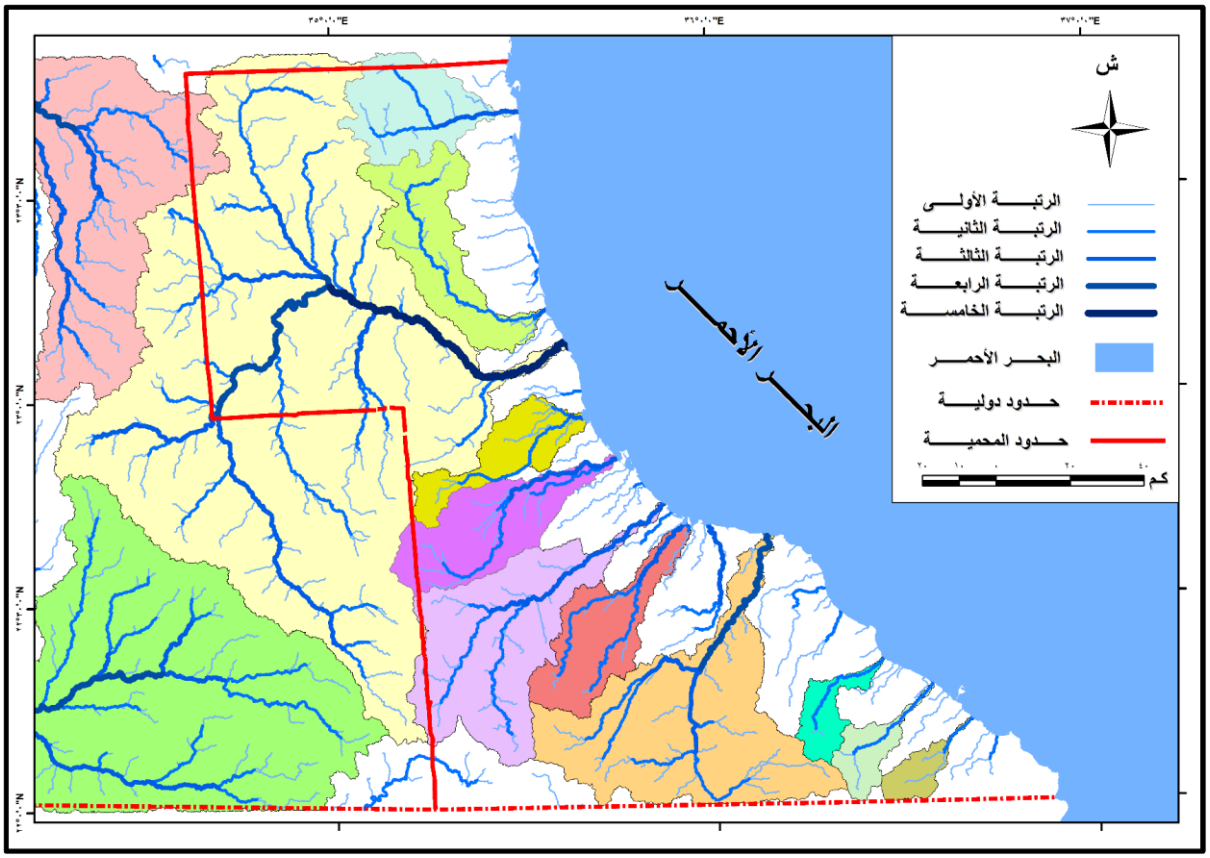
تعدّ منطقة علبه من المناطق الأكثر استقبالاً للأمطار مقارنة بباقي الصحراء المصرية، مما أسفر عن وجود مجموعة كبيرة من الأودية المنحدرة من المرتفعات والتي تقطعها إلى أجزاء متفرقة، فيصل عدد الأحواض الموجودة بها نحو 8148 حوضاً تتراوح رتب مجاريها تبعاً لطريقة (استريلر) بين الرتبة الأولى والرتبة الخامسة، وتعد هذه الأودية من أهم خطوط الصرف التي تقطع سلاسل الجبال المرتفعة لتصب في البحر الأحمر، وتنقسم هذه الأودية إلى أودية تقع إلى الشمال من مجموعة جبل علبه، وهي تمتد من مدينة الشلاتين شمالاً حتى قرية أبو رماد جنوباً بمسافة 135 كم وتضم وادي حوضين، وادي سفيره، ووادي شعب، ووادي إبيب، ووادي دئيب(جرافي)، ووادي باشويب.

أما المجموعة الثانية (الأودية الجنوبية) والتي تضم الأودية التي تصرف الكتلة الجبلية الرئيسة للمنطقة والمعروفة بكتلة جبل علبه شكل (6)، وتشمل وادي عيديب (إيذاب) وروافده الرئيسة، ووادي يحميب، ووادي دراوينا، ووادي أكاو، ووادي تكوال، ووادي كنسروب، ووادي داهيت. وكلها تصرف منحدرات الجانب الشمالي والشمالي الشرقي بجبل علبه، بالإضافة إلى وادي سرمتاي والذي يقع منابعه داخل الحدود السودانية، بينما يصل مجراه داخل مصر بنحو 47 كم، كما يستقبل أحد الخطوط الصرف من المنحدرات الجنوبية لجبل علبه وادي أوسيرايراب.

وقد تبين من خلال الدراسة أن هناك تباين واضح في خصائص هذه الأودية المورفومترية والهيدرولوجية (1)، وتأثيرها المباشر على نظام شبكة التصريف والمنحني المائي، وعلاقة ذلك بالتنوع الحيوي الموجود في المنطقة، وبينما يوجد الكثير من هذه الأودية والمسيلات لا تتعدى رتب مجراها الرئيسي الرتبة الأولى والثانية، ولكثرة عددها لم تدخل ضمن الدراسة وتم اختيار الأحواض الرئيسة (تم أخذ أسمائها من على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50,000)، وهي من الشمال إلى الجنوب وادي كما يلي: (وادي خوذه، ووادي رحبة، ووادي حوضين، ووادي سفيرة، ووادي شعب، ووادي إبيب، ووادي مسيلة، ووادي دئيب، ووادي عيديب، ووادي سرمتاي، ووادي شلال).

1 – تم الاستعانة بنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) المشتق من البيانات الرادارية، والذي يعتبر أحد المصادر الرقمية المهمة المستخدمة في أنظمة المعلومات الجغرافية لاستنتاج الخواص المتعلقة بطبوغرافية الوديان واستقراء المعلومات عن تضاريسها وعملية المحاكاة الهيدرولوجية.





شكل (6) أحواض وشبكة التصريف النهري بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM بدقة 30 متر.

وهنـاك الكثيـر مـن المعـادلات والتحلـيلات المورفومتريـة والتـي تقـوم بـإبراز الخصـائص المورفولوجية لأحواض التصريف، علاوة على الخصائص التضاريسية لها، وفيما يلي سوف يتم تناول بعض الخصائص الهيدرولوجية والمورفومترية لأحواض التصريف وشبكة الأودية كما يلي:

(1) الخصائص المساحية، والشكلية لأحواض المنطقة:

(1– أ) المساحة.

تعد مساحة الحوض من المتغيرات المورفومترية المهمة لعلاقتها الوثيقة بنظام شبكة التصريف، إضافة إلى استخدامها في الكثير من المتغيرات الأخرى وتأثيرها المباشر على المنحنى المائي وعلى مقدار قمة التصريف وحجم التصريف المائي.

وذكر (Chorley,1973,p38) أن هناك علاقة عكسية بين حجم الصرف من الفيضان وبين حجم الوحدة المساحية؛ بمعنى أنه كلما كبرت المساحة قل تصرف الفيضان، يرجع ذلك إلى أن معظم العواصف القوية عادة ما تكون صغيرة المساحة. وعلى العكس من ذلك يرى (عاشور، وتراب,1991,ص 289–290) العلاقة طردية بين كمية الأمطار ومساحة الحوض، حيث كلما كبرت المساحة زادت كمية الأمطار التي يستقبلها الحوض مع ثبات المتغيرات الأخرى ووافق ذلك ما جاء به (Léopold & Miller,1956). وبتطبيق ذلك على المنطقة يتضح أن:

- الأحواض ذات المساحة الكبيرة – كما في وادي حوضين، واب اب، ودئيب– تستقبل كميات كبيرة من المياه في موسم الأمطار ويزيد حجم الصرف من الفيضان لدرجة قد تصل لحدوث سيول، وهذا ما يتوافق مع (عاشور وتراب 1991م)، والجدير بالذكر أن الأحواض الأقل مساحة في المنطقة الجنوبية من أكثر المناطق استقبالاً للأمطار، يعزي ذلك إلى الخصائص الطبيعية المميزة للمنطقة من تواجد المرتفعات قريبة من الساحل وعمودياً في اتجاه الرياح المحملة ببخار الماء، إلى جانب خصائص الأمطار التي تتساقط بكميات كبيرة في فترة صغيرة مما يزيد من حجم التصريف، الأمر الذي يفسر مدى كثافة الغطاء النباتي في أودية المنطقة الجنوبية– جبل علبه– وخاصة الأودية التي تنحدر جهة الشرق والشمال الشرقي صوب البحر الأحمر، مقارنة بباقي الأودية في المنطقة.
- ومن خلال تحليل شكل (6)، والجدول (4)، حيث تبلغ جملة مساحة الأحواض في المنطقة 20553.5 كم2، بمتوسط 2.5 كم2 وانحراف معياري 71.79 كم2، وجاءت مساحة حوض وادي حوضين كأكبر أحواض الصحراء الشرقية مساحة لتبلغ 11376.2 كم2، وكان نصيب المنطقة من مساحة الحوض 5308.1 كم2، بينما جاء حوض وادي دئيب في المرتبة الثانية بمساحة 2564.5 كم2، بينما جاء مساحة وادي شلال كأصغر الأودية الرئيسة.
- يرجع صغر مساحة مجموعة كبيرة من الأحواض إلى التكوين الجيولوجي والبنية الجيولوجية والخصائص التضاريسية للمنطقة، بجانب وقوع هذه الأحواض بين أحواض تصريف كبيرة؛ مما

أدى إلى استحواذ هذه الأحواض على عدد كبير من روافد الأودية الأمر الذي ترتب عليه انتشار الغطاء النباتي في باطن هذه الأودية الرئيسة.

- كما يمكن تقسيم أحواض المنطقة الرئيسة إلى: أحواض كبيرة المساحة أكثر من 1000كم2، وتشمل كل من على الترتيب (حوضين، ودئيب، وإبيب، ورحبة). وأحواض متوسطة المساحة من 500 إلى 1000 كم2، وتضم كل من (ميسلة وشعب وخودا وصفيرة). وأخيراً أحواض تقل على 500 كم2، وتضم كل من (عيديب وشلال).

جدول (4) مساحة وأبعاد أحواض المنطقة

الحوض	المساحة (كم2)	طول الحوض (كم)	متوسط عرض المحيط (كم)	المحيط (كم)
خودا	**743.4**	**49.4**	**15.04**	**196.5**
رحابا	**1020.65**	**64.53**	**15.8**	**280.8**
حوضين	**5308.1**	**122.02**	**43.5018**	**616.5**
شعب	**890.4**	**64.65**	**13.77**	**209.2**
كراف	**568.4**	**53.6**	**10.6**	**193.98**
ابيب	**1727.4**	**90.15**	**19.16**	**336.6**
ميسلة	**846.7**	**64.2**	**13.18**	**233.9**
دئيب	**2564.8**	**75.75**	**33.8**	**420.4**
عديب	**263.5**	**35.06**	**7.51**	**132.94**
سرمتاي	**265.4**	**39.3**	**6.75**	**123.9**
شلال	**191.8**	**33.2**	**5.77**	**97.5**
الجملة	**21443.9**	**691.86**	**184.07**	**2842.2**
المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على نتائج تحليل أحواض شبكة التصريف المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي SRTM				

(1- ب) أبعاد (الطول والعرض والمحيط).

يعد قياس وحساب أبعاد الأحواض من الخصائص المهمة التي تساهم في حساب الكثير من الأبعاد الأخرى وبعض الخصائص التضاريسية، كما أن مساحة الأحواض لها دور مؤثر على أبعاد الحوض؛ فمن خلال تحليل شكل (6) يتضح ما يلي:

- هناك علاقة طردية قوية بين مساحة الأحواض وطولها، فكلما زادت المساحة تزيد معها أعداد مجاري الأودية بها، وبالتالي تزيد قدرتها على النحت واستمرارها لمسافات طويلة، كما هو

موضح في حوض حوضين مقارنة بباقي الأودية الموجودة بالمنطقة والذي يبلغ طوله 143.28 كم [2]، بينما كان أقصر الأودية وادي شلال بنحو 33.2 كم.

- تؤدي البنية الجيولوجية للمنطقة دورًا رئيسيًا في امتداد وطول الأودية، ويظهر هذا عند مقارنة شكل الصدوع، وامتداد الأودية فقد وجد أن طول الوادي يزداد باتجاه الصدوع – خاصة الصدوع الرئيسة الموجودة بالأحواض–، كما في وادي حوضين ورحبه وعيديب ودئيب.. ومعظم الأودية.
- بلغ متوسط عرض الأحواض 219.1 كم بمتوسط 19.9 كم، حيث جاء حوض حوضين في المرتبة الأولى بمتوسط عرض 79.4 كم، يليه وادي دئيب 33.8 كم، كما جاء حوض شلال أصغرها 5.77 كم.

كما يعد حساب محيط الأحواض له دورًا مهمًا في حساب الكثير من المعاملات المورفومترية، ومن خلال نتائج القياسات: حيث بلغ اجمالي طول المحيطات نحو 3125.59 كم، بمتوسط 284.14 كم، وجاء حوض حوضين أكبر أودية المنطقة بنحو 900 كم، وبينما جاء وادي شلال كأصغرها بنحو 97.5 كم، كما أن هناك اختلاف كبير في محيط الأحواض حيث يرجع ذلك إلى الكثير من العوامل ومنها (المساحة والتكوينات الجيولوجية والخصائص التضاريسية).

(1–ج) أشكال الأحواض.

يؤثر شكل الحوض على العمليات الهيدرولوجية السائدة به حيث يشير (Zavopnu,1978,p103) إلى ارتباط تجمع المياه وحدوث فيضانات وسرعة جاريان المياه بدرجة رئيسة بشكل الحوض، وبالتالي تزيد كمية الحمولة العالقة ومن ثم تتطور هذه الأحواض، وكلما كانت شكل الحوض أقرب للاستدارة كانت فرصة تجمع المياه أكبر، ويكون تحركها أسرع وقدرتها على النحت أكبر مقارنة بالأحواض المستطيلة أو الطولية.

وهناك الكثير من المعاملات لقياس أشكال الأحواض سواء معامل الاستطالة، والاستدارة، ومعامل الشكل، ومعامل الاندماج، ومعامل الانبعاج، ونسبة الطول إلى العرض وغير ذلك، كما جاء في كثير من الدراسات ومنها:(Schumm,1956,p612-Gardiner,1976,p27-Gregory-Walliy,1979,p10and Morisawa,1985,p151)، نذكر منها ما يلي:

2 - حيث تم حساب طول الحوض كما أورد Gardiner بقياس الخط الممتد من المصب إلى أبعد نقطة تقع على محيط الحوض.

(1–ج –1) نسبة الاستدارة: وهي عبارة عن نسبة مساحة الحوض ومساحة دائرة بنفس طول الحوض ويتم حسابها باستخدام معادلة (Miller,1952) [3]، نسبة الاستدارة بتساوي مساحة الحوض على مساحة دائرة بنفس طول الحوض، وكلما كانت النتائج قريبة من الواحد الصحيح يدل ذلك على اقتراب الحوض من الشكل الدائري والعكس، إذا ابتعد عن الواحد الصحيح (محسوب 2004 ص148).

ويبلغ متوسط نسبة الاستدارة بأحواض المنطقة (0.2)، وأكثر الأحواض بعداً عن الشكل المستدير حوض وادي رحبة (0.16)، وأكثرها اقتراباً وادي شعب (0.255) وحوض وادي شلال (0.253). وبالرغم من أن معظم أحواض المنطقة تبتعد عن الشكل المستدير – يرجع ذلك إلى عوامل بنائية انعكست على شبكة التصريف مما أعطى شكل هذه الأحواض أشكالا قريبة من شكل المستطيل وبعيده عن الدائرة–، أما إذا حدث سقوط أمطار تتجمع كميات كبيرة من المياه تصل الي السيول وتزيد من سرعة الجريان ويكون تأثيرها عالي؛ حيث تسقط الأمطار بشكل فجائي وفي مدة قصيرة، علاوة على الانحدار الكبير لمعظم أراضي المنطقة.

(1– ج – 2) معامل الشكل [4]: يشير هذا المعامل إلى العلاقة بين طول وعرض الحوض، فإذا بلغ معامل الشكل الواحد الصحيح يكون الحوض أقرب إلى شكل المربع، وأما إذا انخفض عن ذلك دل على استطالة الحوض (Zavoianu,1978,p103). فيتضح من خلال تحليل شكل (6)، أن متوسط قيمة معامل الشكل بلغت (0.25)، مما يدل على اقتراب جميع الأحواض إلى الشكل المستطيل أو يأخذ شكل الاستطالة. كما يعد حوض وادي حوضين كأكبر قيمة (0.35)، وأقلها وادي سرمتاي (0.17). حيث يرجع ذلك إلى نفس الأسباب التي تم ذكرها سابقاً من حيث التكوين الجيولوجي والبنية الجيولوجية وتضاريس المنطقة.

(2) الخصائص التضاريسية:

ترجع أهمية دراسة تضرس الحوض بأنها محصلة لنشاط عمليات التعرية وقوتها، وأثر الاختلافات الليثولوجية والتكتونية على هذه العمليات. كما يساعد على فهم العوامل التي ساهمت في نشأة الحوض (عاشور، وتراب,1991,ص 322 و323). ولحساب تضرس الأحواض هناك الكثير من العمليات مثل: حساب التضاريس القصوى، ونسبة التضرس، والتضاريس النسبية، ودرجة الوعورة، إلى جانب التكامل الهبسومتري والمرحلة الجيومرفولوجية التي تمر بها الأحواض.

3 ـ نسبة الاستدارة = 4* ط * مساحة الحوض / مربع الحوض.

4 - تم حساب معامل الشكل كما جاء في دراسة (Horton,1932) بالمعادلة التالية:= مساحة الشكل/ مربع طول الحوض.

الحوض	التضاريس القصوى	نسبة التضرس	قيمة الوعورة	معامل الشكل	التكرار النهري	ثابت بقاء المجري	نسبة الاستدارة
خودا	1249	0.025	3.993	0.305	0.020	6.332	0.241
رحابا	1283	0.020	3.243	0.245	0.024	6.130	0.162
حوضين	1116	0.009	1.539	0.357	0.021	5.940	0.175
شعب	1389	0.021	5.364	0.213	0.021	4.005	0.255
كراف	1370	0.026	6.372	0.198	0.023	4.011	0.189
ابيب	1602	0.018	3.234	0.212	0.022	5.494	0.191
ميسلة	1206	0.0188	4.009	0.205	0.025	4.685	0.194
دئيب	1846	0.024	4.5389	0.447	0.020	5.369	0.182
عديب	1389	0.040	6.946	0.214	0.011	5.703	0.187
سرمتاي	1472	0.037	7.564	0.172	0.019	4.951	0.217
شلال	1494	0.045	10.276	0.174	0.016	4.3784	0.253
المتوسط	1401.45	0.0258	5.189	0.249	0.020	5.182	0.204
الإجمالي	15416	0.284	57.079	2.742	0.222	56.998	2.246

المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على نتائج تحليل أحواض شبكة التصريف المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي SRTM

جدول (5) الخصائص التضاريسية للأحواض الرئيسية بمنطقة الدراسة

حيث يمكن تناول بعض الخصائص الآتية:

(2-أ) التضاريس القصوى:

وهي عبارة عن فارق الارتفاع بين منسوب المصب ومنسوب أعلى نقطة على محيط الحوض، ومن خلال جدول (5) يصل متوسط التضاريس القصوى بالأحواض (1401.5 متر)، حيث جاء حوض وادي دئيب كأعلى حوض من حيث التضاريس القصوى (1846 متر)، وبالرغم من أن حوض حوضين أكبرها مساحة جاء حوض وادي حوضين كأقل هذه الأحواض (1116 متر). يدل ذلك على استواء سطح هذا الحوض مقارنة بباقي الأحواض، وبالتالي زيادة نشاط عمليات التعرية.

(2-ب) نسبة التضرس [5]:

يبلغ متوسط نسبة التضرس بالأحواض الرئيسة (0.025)، وتبين من خلال الدراسة أن جميع الأحواض جاءت نسبة تضرسها قليلة جداً؛ يرجع ذلك إلى كبر مساحة الأحواض، إلى جانب أنها تقطع مسافات طويلة ومن ثم تقل عمليات النحت بها، ومن ثم يلاحظ أن شبكة تصريف هذه

5 - نسبه التضاريس = التضاريس القصوى / محيط الخط الموازي للمجرى (Schum,1956,p612).

الأحواض تتأثر بكبر المساحة وطول المسافة؛ وبالتالي يؤثر ذلك على عملية النحت خاصة أن معظم الأودية تتألف من روافد رئيسة لا تزيد رتبته على الرتبة الثانية –عدا الأحواض الكبيرة مثل: حوضين، ودئيب، وابيب –، علاوة على كونها شديدة الانحدار، وبالتالي تنشأ علاقة عكسية بين طول الحوض ونسبه التضاريس، ويظهر هذا بوضوح في حوض وادي شلال والذي يأتي كأعلى قيمة مقارنة بباقي الأحواض (0.045) – والجدير بالذكر أن وادي شلال أقصر وأصغر هذه الأحواض–، في حين يأتي حوض وادي حوضين كأقل قيمة بنسبة (0.009).

(2–ج) قيمة الوعورة [6]:

تعد قيمة الوعورة من المقاييس المهمة والتي تعالج العلاقة التبادلية المركبة بين أكثر من متغيرين، بحيث تقيس العلاقة بين التضرس وكثافة التصريف (عبدالابراهيمي. سهيلة نجم، شرهان. زهراء كريم، 2022). وتصبح قيمة الوعورة عالية عندما تكون الاختلافات بين التضاريس القصوى والكثافة التصريفية كبيرة، وخاصة عندما يكون الانحدار شديد وممتد لمسافات طويلة (Strahler,1964,p467).

ومن خلال جدول (5)، يبلغ متوسط قيمة الوعورة بالأحواض نحو (5.19)، كما يعد حوض وادي سرمتاي كأعلى حوض (7.56)، بينما جاء حوض وادي حوضين أقلها (1.54). يرجع ذلك لكبر المساحة وكثرة عدد المجاري وطولها والكثافة التصريفية كل ذلك له تأثير كبير على قيمة وعورة الحوض.

(3) خصائص شبكة التصريف.

يتبين من خلال التحليلات السابقة أن خصائص شبكة التصريف في المنطقة تتأثر بالخصائص التضاريسية والجيولوجية والخصائص المساحية والشكلية للأحواض، علاوة على تأثير الخصائص المناخية السائدة في المنطقة، فهناك الكثير من الأودية والتي تباينت في رتب مجاريها من الرتبة الأولى حتى الرتبة الخامسة كما في جدول (6)، فجاءت نسبة الأودية ذات الرتبة الأولى بنحو حوالي نصف عدد الأودية الموجودة، بينما جاءت نسبة الأودية ذات الرتبة الرابعة بنحو 7% من جملة الأودية، في حين جاءت الرتبة الخامسة مرتين في حوض وادي حوضين ووادي دئيب وذلك لقلة انحدار السطح يساعد على اتساع مجراهم حيث يتجمع فيها مجموعه كبيرة من الأودية، ومن ثم تؤدي الخصائص الطبيعية للمنطقة دوراً كبيرا في خصائص شبكة الأودية.

6 - قيمة الوعورة = التضاريس القصوى * كثافة التصريف / المحيط. (Strahler)

جدول (6) رتب الأودية للأحواض الرئيسية بالمنطقة.

الحوض	رتبة1	رتبة2	رتبة3	رتبة4	الجملة
خودا	8	7	0	0	15
رحابا	13	12	0	0	25
حوضين	55	33	8	13	109
شعب	15	3	1	0	19
كراف	7	4	2	0	13
ابيب	20	12	7	0	39
ميسلة	11	8	2	0	21
دئيب	26	13	6	6	51
عديب	2	1	0	0	3
سرمتاي	3	2	0	0	5
شلال	2	1	0	0	3
الجملة	162	96	26	19	303
النسبة%	53.46	31.86	8.58	6.27	100

المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على نتائج تحليل أحواض شبكة التصريف المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي SRTM

وفيما يلي سوف يتم تناول الكثافة التصريفية للأحواض الرئيسية بالمنطقة:

(3-1) كثافة التصريف Drainage Density.

تعكس الكثافة التصريفية مجموعة من خصائص الحوض كالتكوينات الصخرية ونسبة التسرب وطبوغرافية الحوض بما في ذلك درجة الانحدار، بجانب الظروف المناخية التي مر بها الحوض، كل ذلك جعل الكثافة التصريفية من المؤشرات المهمة في دراسة المنحنى المائي للأودية، ويتم حسابها عن طريق قسمة مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض على مساحة الحوض جدول (7). (Abu Hammad. A, and Mousa. R., 2016)

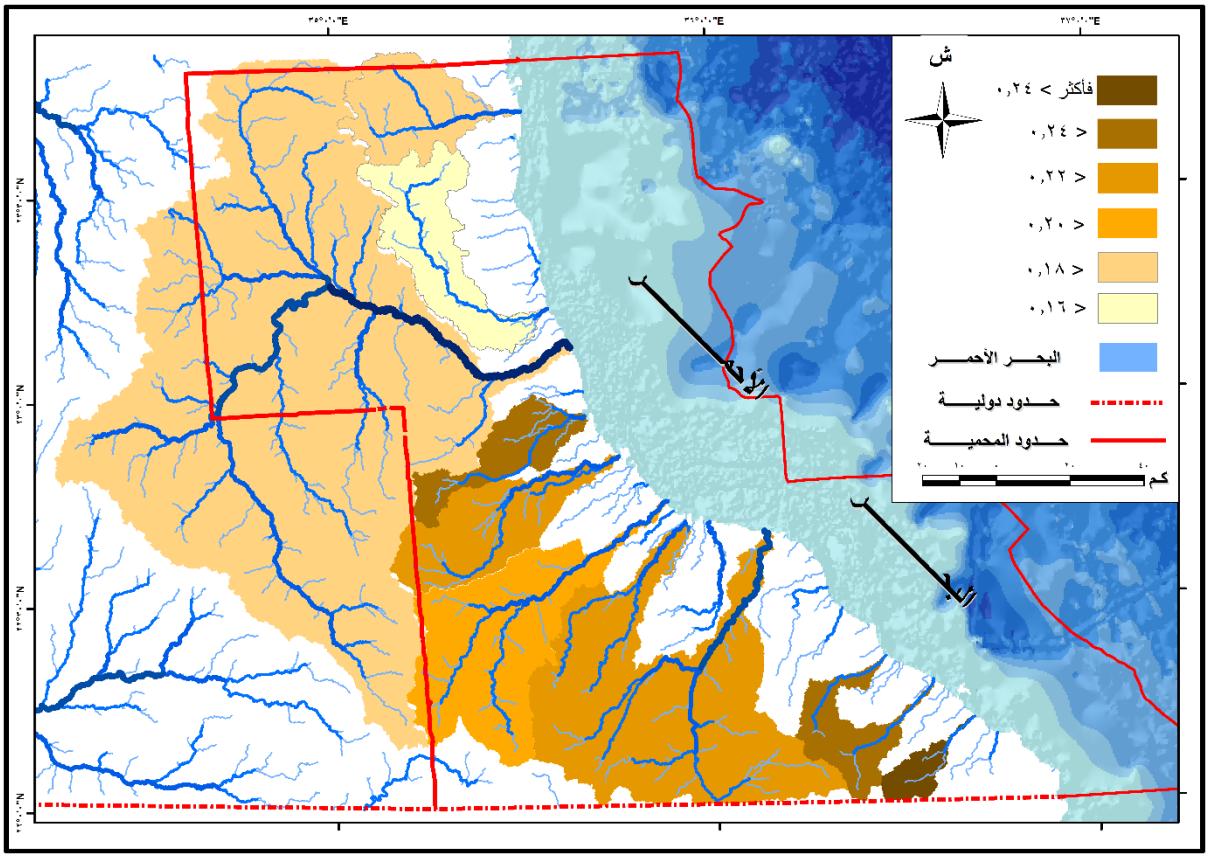
وتبين من خلال الدراسة أن متوسط الكثافة التصريفية بالمنطقة بلغت نحو 0.20 كم/كم2، ولم تتعدى قيمة التصريف عن 0.25 كم/كم2 والتي تظهر في وادي شعب ووادي كراف، وذلك نتيجة لخصائص المنطقة حيث درجة الانحدار، والتكوين الصخري للمنطقة، وانكشاف السطح، والعوامل المناخية القاسية، كلها عوامل أدت إلى انخفاض وتباين قيمة كثافة التصريف من وادي وآخر، ويظهر ذلك بوضوح في وادي حوضين والذي يمتلك أكبر عدد من الأودية وأطولها؛ والذي يقع ضمن الأودية الأقل كثافة كما هو موضح شكل (7)، حيث تصل كثافة التصريف به أقل القيم نتيجة لخصائصه الشكلية، والمساحية، وطبيعية سطحه الغالب عليها الأراضي الشبه مستوية، ومن ثم تزيد نسبة المياه المحتمل فقدانها.

بينما تزيد الكثافة التصريفية في المناطق شديدة الانحدار في المنطقة الجبلية الجنوبية نتيجة لعدم السماح بالمياه بالتسرب وطبيعة الصخور الصلبة التي تزيد من سرعة جريان المياه، بجانب الكثير من العوامل التي تساعد على زيادة الكثافة التصريفية.

جدول (7) كثافة التصريف بالأحواض الرئيسية بالمنطقة

الحوض	مجموع اطوال الاودية	المساحة (كم2)	كثافة التصريف
خودا	117.4	743.4	0.16
رحابا	166.5	1020.65	0.16
حوضين	893.5	5308.1	0.17
شعب	222.3	890.4	0.25
كراف	141.7	568.4	0.25
ابيب	314.4	1727.4	0.18
ميسلة	180.7	846.7	0.21
دئيب	477.7	2564.8	0.19
عديب	46.2	263.5	0.17
سرمتاي	53.6	265.4	0.20
شلال	43.8	191.8	0.23
الجملة	**1258.1**	**21443.9**	**2.18**

المصدر: من عمل الباحث، بالاعتماد على نتائج تحليل أحواض شبكة التصريف المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي SRTM



شكل (7) كثافة التصريف بالأودية الرئيسية بالمنطقة.

❖ **ثالثاً: شبكة التصريف وتأثيرها.**

تشغل شبكة الأودية بالمنطقة مساحات شاسعة حيث تعدُّ منطقة علبه من المناطق الأكثر استقبالاً للأمطار مقارنة بباقي الصحراء المصرية، أسفر عن ذلك مجموعة كبيرة من الأودية المنحدرة من المرتفعات والتي تقطعها إلى أجزاء متفرقة، وتأثير هذه الشبكة المباشر على نظام شبكة التصريف والمنحني المائي، والتي بطبيعة الحال تؤثر في جميع أشكال التنمية بالمنطقة حيث تمثل منطقة الدراسة بيئة ببكر تضم كل مقومات التنمية في شتى المجالات، من مقومات طبيعية فريدة من نوعها أو مقومات بشرية تجعلها وجهة مميزة لكل الاستثمارات.

ونتيجة لكل المعطيات –السابق ذكرها– من خصائص طبيعية وتحليلات هيدرومورفومترية، يتضح أن تصريف الأحواض بالمنطقة قد يؤدي لحدوث بعض التأثيرات على المناطق العمرانية، والطرق، والمشروعات التنموية، والبيئات الساحلية بجانب تأثيرها على الغطاء النباتي، والتي يجب تداركها قبل حدوث أي خطر أو كارثة، بل يجب الاستفادة من هذه المقومات الطبيعية.

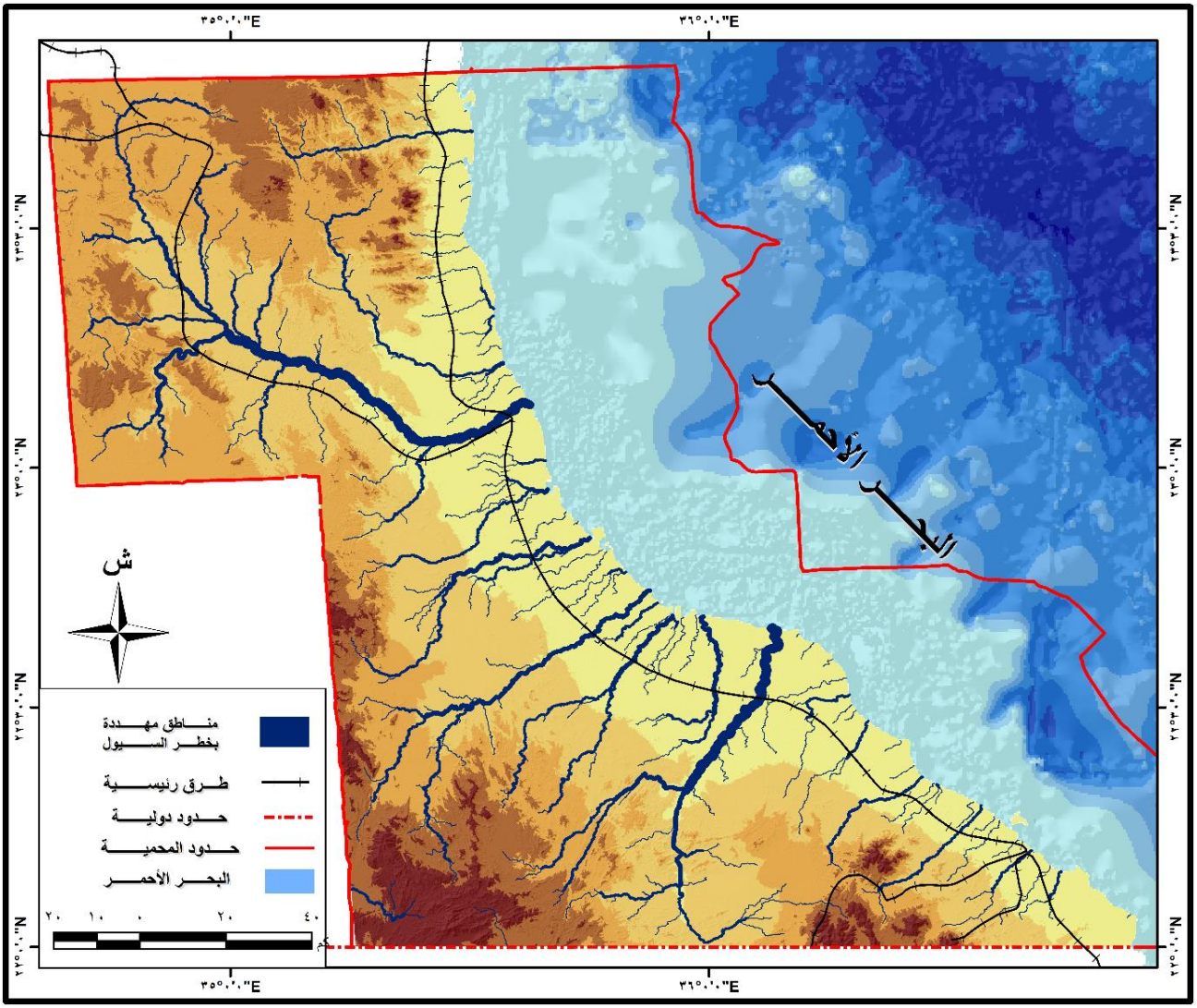
وفيما يلي سوف يتم تناول بعض هذه التأثيرات:

(1): – الجريان السيلي:

تعدً السيول من أكثر التحديات الطبيعية الموجودة في المنطقة، حيث تتعرض المنطقة لحدوث الكثير من السيول، والتي تختلف في درجة خطورتها فمنها ما يسبب خسائر كبيرة، كما في عام 1996م والذي دمر معه عدد كبير من المنشآت والمباني والطرق. أيضا حدث في شهر نوفمبر عام 2012م، فتعرضت المحافظة لحدوث سيول شديدة تسببت في حدوث أضرار في مناطق عدة، وكان ضمن المناطق المتضررة الشلاتين وقرية مرسى علم وأبرق وأبو رماد (مركز معلومات واتخاذ القرار 2003م.).

وتعدُّ الفترة من أواخر شهر سبتمبر حتى نهاية شهر نوفمبر وأوائل شهر ديسمبر أكثر الفترات استقبالاً للأمطار خلال العام، لذلك تحدث معظم هذه السيول خلال هذه الفترة، ويرجع حدوث السيول لما تتميز به المنطقة الدراسة من خصائص طبيعية فريدة من نوعها، فمن السلاسل الجبال العالية القريبة والموازية لساحل البحر الأحمر، والتي تعترض مسار الرياح المحملة ببخار الماء حيث تحدث عواصف رعدية مصحوبة بسقوط أمطار غزيرة في فترات قصيرة، ومن ثم تندفع المياه بعدها من المرتفعات العالية عبر شبكة من الأودية حيث الأراضي الأقل انحداراً جهة الشرق نحو ساحل البحر الأحمر؛ مما يجعل منطقة علبة من أكثر جهات الصحراء الشرقية استقبالاً للأمطار.

وتشير نتائج التحليل الهيدرومورفومتري خطورة فيضانات شبكة هذه الأودية، حيث تتميز بشدة انحدارها باتجاه البحر الأحمر، ومن ثم تزيد سرعة جريان المياه فتقلل من فرصة التبخر، أو تسرب المياه نحو الخزان الجوفي، وخاصة بأن الجريان يحدث فوق صخور نارية صلبة ومتحولة غير منفذه للمياه نسبياً، ومن ثم تصبح الفرصة مهيأة لحدوث جريان سيلي، فتزيد كمية الأمطار الساقطة عن كمية الفاقد خلال مدة العاصفة التي لا تتعدي الدقائق، كما يتميز سطح المنطقة بالتقطع الشديد؛ الأمر الذي يدل على شدة تقارب المجاري فيما بينها داخل الحوض، ومن ثم تزيد الكثافة التصريفية للحوض وبالتالي كلما زادت الكثافة التصريفية أدى ذلك إلى زيادة خطورة الجريان السيلي، نتيجة لزيادة كمية المياه المتجمعة داخل الحوض. (شعبان، أسامة حسين–2005– ص25)



شكل (8) المناطق المهددة لخطر السيول

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM بدقة 30 متر.

كل ذلك جعل الجريان السيلي في المنطقة من المشكلات الرئيسة التي تعرقل عمليات التنمية وتعيق من حركتها؛ مالم نتحكم في هذه السيول والاستفادة من مياهها والحد من أخطارها؛ وذلك من خلال تحديد المناطق المهددة بالخطر الناتج عن السيول، وبناءً عليه يتم اقتراح طرق وأساليب تفادي هذه الأخطار، بل والاستفادة من مياهها، وذلك عن طريق تحديد أنسب المواقع لإقامة سدود وتحديد نوعية كل سد سواء كانت سدود قوسية، أو سدود لتغذية الخزان الجوفي، أو سدود تحويلية من أجل تبطئه سرعة الجريان.

ومن خلال تحليل النتائج السابقة يتضح أن خطورة السيول تختلف من حوض لآخر، وذلك تبعاً لاختلاف كثافة التصريف، وسرعة المياه كما في بعض الأحواض مثل: (وادي حوضين، ووادي دئيب) كأكبر الأحواض بها مجاري مائية، فمع سقوط الأمطار يمكن أن تؤدي الى خلق الكثير من الاضرار في المنطقة، وخاصة على شبكة الطرق البرية، ومناطق العمران الرئيسة مثل: مدينة شلاتين وأبو رماد، ومن ثمّ يمكن تقسيم المنطقة حسب خطورة السيول الى ثلاث درجات كما يلي:

(1-1) **مناطق شديدة الخطورة:**

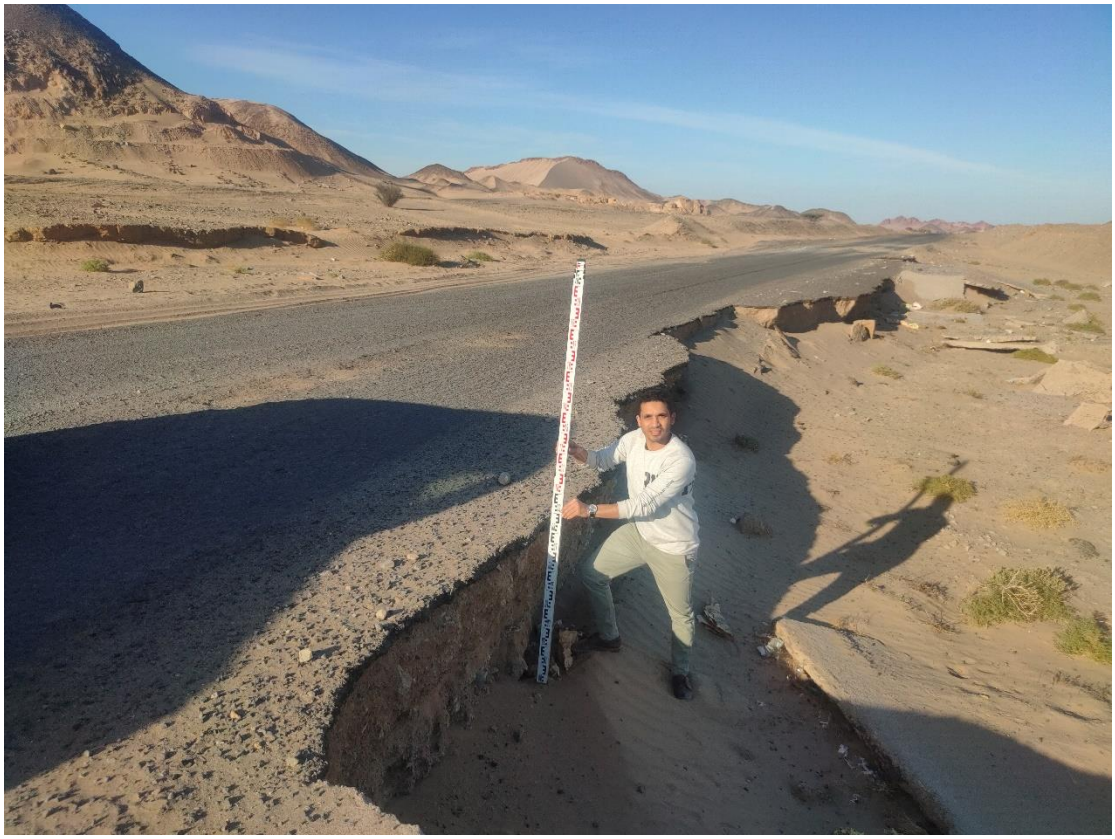
يقصد بها تلك المناطق التي تتعرض للتدمير الكلي أو الجزئي عند حدوث الجريان (الدسوقي، صابر أمين -2000م-ص314)، وتوجد غالبا عند نهاية الأودية ذات الرتبة الرابعة حيث تظهر في:

- المناطق العمرانية الموجودة على ساحل المنطقة مثل: مدينة شلاتين، وأبو رماد، بجانب القرى المواجهة لمخرات السيول على الساحل مثل: قرية مرسى حميرة.
- الطريق الساحلي والذي يمتد أمام مصبات الأودية في شكل شبه متعامد بجانب الطرق الممهدة في بطون الأودية مثل " طريق سوهين " شكل (9).

(1-2) **مناطق متوسطة الخطورة:**

وهي المناطق الموجودة على جانبي الأودية وعند مصبات بعض الأودية الأقل في الرتبة، حيث تتعرض للتدمير إذا كان السيل قوي، وتتعرض للنحت في حالة السيول المتوسطة أو الضعيفة.

(1-3) **مناطق قليلة الخطورة:** وهي المناطق الموجودة بعيدة عن مناطق الجريان السيلي وبعيدة عن مخارج الأودية والمسيلات.



شكل (9) أثر السيول على طريق "سوهين"

22˚48′ 30″ N/ 35˚40′ 13″ E ، الساعة 5:15 عصراً يوم 2023/2/4م، في اتجاه الشرق.

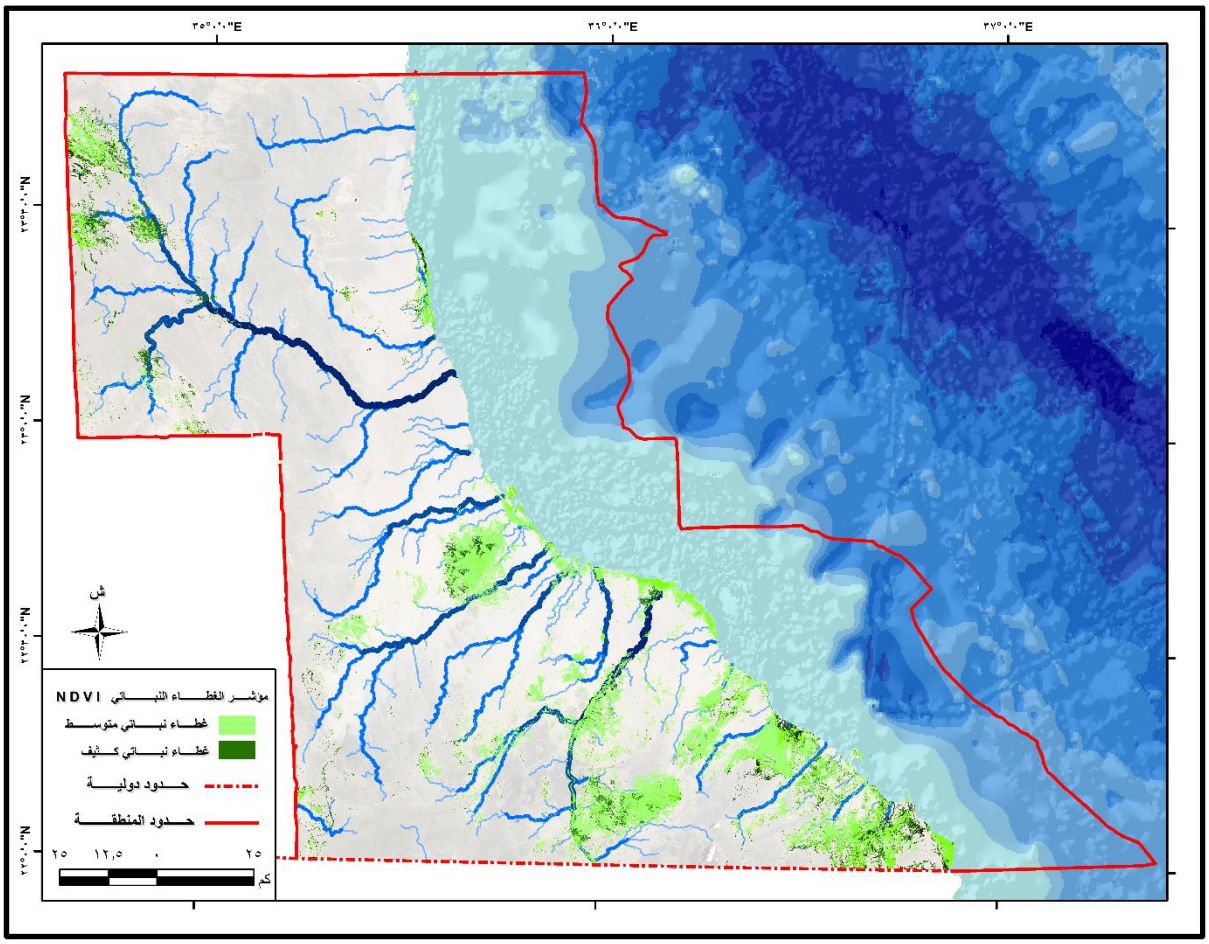
(2): – تأثير شبكة التصريف على الغطاء النباتي:

ومن جانب آخر يعدّ سقوط الأمطار في إقليم المنطقة فَرحاً وعيداً وسروراً لسكان المنطقة؛ فمع موسم سقوط الأمطار تحيى الأراضي مره أخري وتنتشر الحشائش والأعشاب، وتصبح الأرض مخضرة، فهذه المياه توفر لهم المراعي الطبيعية التي يعتمدون عليها في تربية حيواناتهم –المهنة الرئيسة لسكان المنطقة–، أيضاً بعد ما تحدث السيول تمتلئ الآبار وتتحول المنطقة إلى واحة خضراء في وسط الصحراء وخاصة منطقة علبة، ومن ثم نلاحظ أن كثير من السكان يشدوا الرحال ويتجهون نحو الأودية والجبال فيقيموا في هذه المناطق حيث المساحات الخضراء من أجل ممارسة مهنتهم الأساسية وخاصة رعي الإبل والأغنام تاركين أماكن إقامتهم الداخلية.

وبدراسة مؤشر الاختلاف الخضري[7] NDVI خلال فترة سقوط الأمطار بالمنطقة شكل(10)، لتقييم حالة الغطاء النباتي وتحليل التغيرات الذي طرأت عليه، بجانب الأسباب التي أدت الى هذا

[7] - يعرف مؤشر الاختلاف الخضري(Normalized Difference Vegetation Index (NDVI: بنسبة الفرق بين الانعكاسات الطيفية للطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة والطول الموجي للأشعة الحمراء على مجموعها، بهدف التمييز بين المناطق ذات التغطية النباتية والأراضي الجرداء
NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)

التغير، وذلك من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS، وتقنية الاستشعار من بعد Remote Sensing، فيتباين كثافة الغطاء النباتي بالمنطقة من بيئة لأخرى ومن وادي لآخر، كما أن هذه الكثافة متغيرة على مدار العام لنفس المكان الواحد، حيث يتباين الغطاء النباتي حسب حجم الكثافة التصريفية للأحواض من خفيف حيث الأعشاب والحشائش والحياة الشجيرية التي تبدو في بعض الأودية الجبلية كلوحات معلقة، إلى نمط الأشجار أو غابات السافانا التي تقترب جنوباً من عالم السافانا السودانية، وهذا يتفق مع نتائج التحليلات السابقة بأن المنطقة الجنوبية – جبل علبه– بجانب بطون الأودية وخاصة الأودية الجنوبية، تمثل أكثر المناطق كثافة للغطاء النباتي؛ يعزي ذلك الخصائص الطبيعية للمنطقة، والذي ينعكس على كثافة التصريف العالية والذي يعد مؤشرا قويا لقياس كثافة الغطاء النباتي.



شكل (10) مؤشر الاخضرار النباتي NDVI خلال شهر مارس 2020م

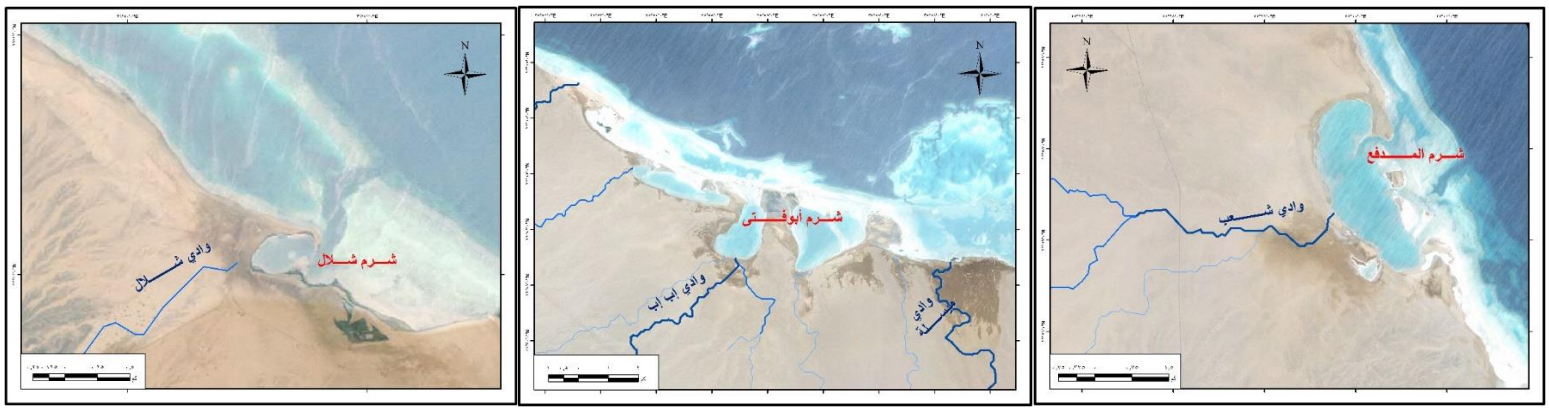
المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM بدقة 30 متر، ومرئيات لاند سات 8.

وذلك لنطاقين الرابع والخامس للاندسات 8، هما الطيفين الذين يتفاعلا مع سطح الأوراق بامتصاص الأشعة وانعكاسهما، حيث يتراوح قيمة المؤشر بين +1 للغطاء النباتي الكثيف، -1 للأراضي القاحلة. (الرحيلي، 2014م، ص184).

(3): – تأثير شبكة التصريف على الشعاب المرجانية:

تنتشر الشعاب المرجانية بسواحل المنطقة نظراً لتوفر ظروف البيئة الملائمة لنموها وانتشارها، من حرارة مناسبة، ودرجة ملوحة، وعمق المياه وشفافيتها وغير ذلك، حيث يمتد الحاجز المرجاني بشكل يكاد يكون متصل يتسع ويضيق حسب العوامل المساعدة لذلك، عدا أمام مصبات الأودية الرئيسة، والتي تسبب في حدوث ثغرات وتقطع للغطاء المرجاني نتيجة لما تسببه من رواسب وتغير في النظام البيئي للمرجان، كما يطلق على هذه الثغرات والتقطعات الموجودة في الحاجز المرجاني بالشروم والرؤوس، وتمثل مراسي لبعض المراكب والسفن الصغيرة، كما في بعض الشروم والرؤوس البحرية كشرم المدفع ورأس فاطمة وغير ذلك شكل (11).

حيث تعد الشعاب المرجانية أحد أهم الظاهرات التي يتميز بها البحر الأحمر بشكل عام والمنطقة على وجه الخصوص، حيث تطل المنطقة على البحر الأحمر بواجهة يبلغ طولها نحو 250كم، حيث يحد خط الشاطئ الأمامي والخلفي شعب مرجانية متنوعة الأشكال والأنماط، والتي تنتشر على طول امتداد الساحل بشكل يكاد يكون متصل، فتمثل نظام بيئي متكامل لعل من أهمها: أنها تمثل بيئة مناسبة لنمو وتكاثر لكثير من الكائنات البحرية حيث يعيش بها أنواعا مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، إلى جانب الأسماك القاعية التي تستقر عليها لتوفر غذائها على الشعب المرجانية ووجود مأوي لها بعيداً عن الكائنات المفترسة، ومن ثم فهي من المناطق الغنية بالثروة السمكية، بجانب دورها الكبير في حماية السواحل من العواصف ونحت الأمواج، فتعد حائطاً وصداً منيعاً طبيعياً لهذه العواصف، بالإضافة إلى منظرها الخلاب حيث تتمتع بألوانها البديعة، لتمثل في حد ذاتها لوحات فنية يقف الإنسان صامتاً أمام جمالها، الأمر الذي يمكن استغلاله سياحياً للغوص والتمتع بمشاهدتها، لتمثل بذلك مورداً مهمًا اقتصادياً ومن ثم يجب الحفاظ عليه وحمايته من خطر التدهور.



الشكل (11) بعض الشروم الموجودة على ساحل المنطقة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على مرئيات لاند سات 8.

❖ **رابعاً: التوصيات:**

بناءً لما سبق يجب وضع بعض التوصيات والخطط والاستراتيجيات من أجل الحد من أخطار مياه الأمطار، بل والاستفادة منها وخاصة بأن المنطقة تقع ضمن الإقليم الجاف، وذلك بتطبيق بعض الاقتراحات والطرق والأساليب من أجل تفادى أخطار هذه السيول والإنذار منها والاستفادة بها أيما استفادة كما يلي:

- إنشاء وإقامة السدود بأشكالها وأنماطها المختلفة والمتنوعة، حيث تقام على الأودية الرئيسة لتجميع المياه واستغلالها قبل فقدانها، أو اقامة سدود على روافد الأودية الجانبية لتهذيب مجرى الوادي الرئيسي أو التحكم في حجم المياه وكمياتها قبل مصباتها في المجرى الرئيسي، أو إقامة سدود قبل بداية المراوح الفيضية لتوجيه المياه نحو قنوات وآبار صناعية للتخزين السطحي، أيضا إقامة السدود في الأماكن خفيفة الانحدار، والتي يتراوح معدلات انحدارها فيما بين (صفر إلى ١١) حسب المقاييس العالمية للأسس والمعايير البيئية في إنشاء السدود(صالح، أحمد سالم- 1989م ، ص ١٠٦،١٠٧)، أيضاً يتم إنشاء السدود في الأماكن التي تسمح بتجميع مياه الروافد داخل الوادي، والتي تساعد على تغذية خزان المياه الجوفي في المنطقة، واستغلالها في فترة الجفاف.
- تحويل مياه السيول بعيداً عن المناطق السكنية والعمرانية وذلك بإنشاء مخرات للسيول في المناطق القريبة من التجمعات العمرانية، أو الأنشطة البشرية المختلفة، مع الأخذ في الاعتبار مساحة كل وادي وكمية التصريف المتوقعة له، ومن ثم يجب أن تتماشي هذه المخرات مع خصائص كل حوض، وبصفة عامة يفضل أن تكون المخرات ضحلة ومتسعة ومتعرجة، مع عمل صيانة دورية ومستمرة للمواسير وتطهيرها وتنظيفها المستمر حتى تكون جاهزة دائماً لتصريف مياه السيول دون عائق وبشكل جيد.
- خفض مستوى الطريق إلى نفس مستوى قاع الوادي، أو أقل مستوى منه، تيسيراً لمسار مياه السيول، وعدم اعاقتها لتمر فوق الطريق وعدم الاصطدام بها، مع مراعاة التطهير المستمر بإزالة المجروفات عقب مرور السيل مباشرة وبعد انتهائها.
- حفر آبار للتخزين السطحي للمياه بعد تحويلها من مجرى الأودية، ومحاولة تغطيتها للتقليل من عملية التبخر، بجانب عمل صيانة مستمرة لها حتى لا تقل سعتها التخزينية بسبب تراكم

الرواسب، وإزالة الحشائش أمام الكباري حتى يسهل وصول صافي المياه اليها وتخزينها والاستفادها منها.

- استغلال الخزانات الجوفية وتغذيتها مرة أخرى حيث تتميز هذه الخزانات بطاقتها الاستيعابية الكبيرة، وعدم فقدانها للمياه بسبب التبخر بجانب أنها بعيدة عن مصادر التلوث، ونمو الأحياء المائية مثل: الطحالب كما في الخزانات السطحية، أو تعرضها للأعمال التخريبية مما يزيد من فرص استخدامها واستغلالها.
- دراسة شبكة الطرق والمسارات وخاصة عند تقاطعات الأودية الرئيسة بالطرق الساحلية، والطرق الداخلية، وذلك لوضع أفضل الحلول سواء إقامة الكباري بدلاً من وضع المواسير والمخرات، أو تغيير مسار المياه في بعض المناطق، أو خفض مستوي الطريق دون مستوى الوادي.
- اختيار أنسب المواقع للنمو العمراني بعيداً عن الأودية ومساراتها، بجانب عدم إصدار أي تراخيص لبناء، أو إقامة المناطق السكنية والقرى في بطون الأودية، أو عند مصباتها إلا بعد الرجوع إلى الجهات المسؤولة، لتحديد مدى أمان المناطق المراد إقامة منشآت عليها.
- إنشاء نظام للإنذار المبكر في المناطق شديدة التأثر بالسيول ووضع أجهزة قياس مثل: كثافة الأمطار، ومناسيب المياه، ودرجة الرطوبة.. الخ، إلى جانب عمل نقط للمراقبة وتزويدها بوسائل اتصال متقدمة للإبلاغ عن قدوم السيول، حتى يمكن أخذ التدابير الوقائية، وإخلاء المناطق المعرضة للخطر من السكان .
- استخدام الأساليب والتقنيات الحديثة من صور أقمار صناعية وأنواعها المختلفة حيث تعطي معلومات مؤكدة عن أنواع السحب، وأماكن تجمعها وتحركها وخصائصها المختلفة، حيث إمكانية استخدام الرادار في تحديد بقع الأمطار وكمية ودرجة غزارتها وأماكن تواجدها ومن التحليلات السابقة لأحواض التصريف يمكن توقع مكان وكمية الجريان وتحذير السكان في هذه المناطق (صالح، أحمد سالم– ١٩٨٩م، ص ٧٦).
- محاولة الاستفادة واستخدام نظم المعلومات الجغرافية في إعداد الخرائط لدرجات الخطورة وتحديد أنسب المواقع للتنمية المستدامة في كافة التخصصات العمرانية، والسياحية، والبيئية، والصناعية. ... وغير ذلك من الحلول العلمية.
-

المراجع

1- أحمد حماد، رامي نبيل (2016م):" التحليل المورفومتري لأحواض التصريف النهري باستخدام إحصاءات المتغيرات المتعددة ونظم المعلومات الجغرافية، حوض عمان الزرقاء: كحالة دراسية"، ISSN2052-3408.

2- أحمد عبد الله زايد (2006م): " المخاطر الجيومرفولوجية بمراكز العمران علي ساحل البحر الأحمر بمصر"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

3- أسامة حسين شعبان (2005م): " الأخطار الجيومرفولوجية للجانب الشرقي لوادي النيل، محافظة سوهاج، دراسة في الجيومرفولوجية التطبيقية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنيا.

4- بسمة سلامة سالم الدحيلي (2021م): " فعالة تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبة تأثير شبكات تصريف السيول على الغطاء النباتي في مدينة مكة" مجلة العلوم الإنسانية الاجتماعية،1 (63).

5-جنان رحمان ابراه. (2020): "التحليل الهبسومتري والتكامل الهبسومتري لأعلى حوض نهر الزاب الكبير"، *Journal of The Iraqi University 47(3).*

6-حسن، ع. ص. ع.، &علاء صلاح عثمان. (2022): "التحليل المورفومتري لحوض وشبكة تصريف وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء" *مجلة كلية التربية بالمنصورة*.450-427 , (2)*119* ,

7- سميرة حسن أحمد (2003م): "جيومرفولوجية الركن الجنوبي الشرقي لمصر"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة.

8- سهيلة نجم عبدالابراهيمي، زهراء كريم شرهان (2022م):" تحليل مورفومتري لبعض خصائص الشبكة النهرية لحوض السلمانة وأحواضه الثانوية" مجلة الآداب، المجلد 3، العدد 143، بغداد.

9- محمد عباس جابر الحميري (2019): "التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لحوض وادي فؤاد جنوب غرب بحيرة الرزازة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"، *Al-Adab Journal*، 548-507 (129)

10- صبحي عبد الحميد عبد الجواد (2012م): " الأخطار الجيومرفولوجية في المنطقة الممتدة بين مرسي علم وشلاتين البحر الأحمر، مصر"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان.

11- محمد صبري محسوب سليم (1991م): " جيومرفولوجية السواحل"، دار الثقافة والنشر والتوزيع، القاهرة.

12- محمود عبد القوي زهران & آرثر جون ويلز (2004م): " الغطاء النباتي لمصر"، مركز بحوث الصحراء، القاهرة.

13-نبيل عبده يوسف منباري(1996م): "بعض الظاهرات الجيومرفولوجية على السهل الساحلي للبحر الأحمر"، جامعة عين شمس.

المراجع غير العربية:

1- Ball, J. :(1912), Geography and geology of South Earth Egypt, Ministry of Finance, Egypt, survey, and Mines Dept, Cairo, Egypt.
2- British Admiralty (1980) Red Sea and Gulf of Aden Pilot, NP64,12. Ed, London.
3- Chavare, S., Shinde, S. D. (2013). Morphometric analysis of Urmodi basin, Maharashtra using geo-spatial techniques. International Journal of Geomatics and Geosciences, 4(1)
4- Farhan, Y. (2017). Applied Morphometry and Watershed Management Using RS, GIS, and Multivariate Statistics (Case Studies). USA: Scientific Research Publishing, Inc.
5- Joy, M. A. R., Upaul, S., Fatema, K., & Amin, F. R. (2023). Application of GIS and remote sensing in morphometric analysis of river basin at the south-western part of great Ganges delta, Bangladesh. *Hydrology Research*, *54*(6), 739-755.
6- Patil, S. K., & Bhagwat, T. N. (2023). Morphometric analysis and hydrological inferences for water resource management in Warana River basin of Maharashtra, India, using remote sensing and GIS. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, *45*(1).
7- King, C.A. M., :(1972), Introduction to marine geology and geomorphology, Edward Arnol, London.
8- Shreedhara, V., Shankar, K., Haji, M.,2020) A Morphometric Analysis of Wonji Drainage Basins around Central Rift Valley, Ethiopia, using Geospatial Tools. International Journal of Science and Research (IJSR).8

أهم المصادر:

- وزارة الصناعة والثروة المعدنية، الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجيا والمشروعات التعدينية (1998م).
- وزارة الدولة لشئون البيئة، محميات محافظة البحر الأحمر، مركز معلومات محمية جبل علبه نتائج الرصد السنوي" بيانات غير منشورة.
- أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، معهد بحوث الصحراء (1996م)، منطقة الحلايب والشلاتين، تقارير غير منشورة.